農業試驗所特刊第241號
Special Publication of TARI No.241

農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所

成果發表研討會專刊

Proceedings of the Symposium on Research
Results of FTHES, TARI

中華民國113年1月
January, 2024

農業試驗所特刊第241號
Special Publication of TARI No.241

農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所

成果發表研討會專刊

Proceedings of the Symposium on Research Results of FTHES, TARI

農業部農業試驗所
Taiwan Agricultural Research Institute, Ministry of Agriculture
Taichung, Taiwan, Republic of China

中華民國113年1月
January,2024

農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所成果發表研討會

◆◆議　程　表◆◆

時　　間：113 年 1 月 11 日(星期四)上午 09:00
地　　點：農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所會議室
主辦單位：農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所

時間	演講題目	演講者	主持人
09:00	報到		
09:30	開幕致詞		鳳山分所 李文立 分所長
09:40	合影 茶敘		
第一節 果樹生理研究與病蟲害管理			
10:10	木瓜耐候性早期篩選生理指標建立	熱帶果樹系 徐智政 助理研究員	熱帶果樹系 邱國棟 主任
10:35	棗果皮褐斑生理之研究	熱帶果樹系 郭展宏 副研究員	
11:00	不同品種棗樹蟲害田間發生及防治	植物保護及園產品加工系 郝秀花 助理研究員	
11:25	番石榴果實病害調查與殺菌劑測試	植物保護及園產品加工系 蔡蕣隍 助理研究員	
11:50	午餐		
13:30	芒果園內小黃薊馬與二點小綠葉蟬的取樣計畫	植物保護及園產品加工系 賴信順 助理研究員	
第二節 蔬菜抗病篩選與病害防治			
13:55	芥藍抗黑腐病品系篩選	蔬菜系 羅惠齡 聘用人員	蔬菜系 王三太 主任
14:20	土壤添加物防治苦瓜萎凋病之應用	植物保護及園產品加工系 湯佳蓉 助理研究員	
14:55	休息（茶敘）		
第三節 產業科技運用			
15:15	蔭鳳梨發酵之微生物菌相	植物保護及園產品加工系 洪千雅 助理研究員	植物保護及園產品加工系 鄭櫻慧 主任
15:40	夜間特殊波長燈照防治荔枝細蛾同時保持良好荔枝品質	熱帶果樹系 方信秀 副研究員	
16:05	綜合交流討論		鳳山分所 李文立 分所長
16:30	賦歸		

序

農業部轄下的 7 個農業試驗研究機構、9 個改良場與農業相關大專院校等，皆是台灣農業科技進步之原動力。農試所成立至今已歷經 128 年，鳳山分所亦有 77 年歷史，歷年來全體同仁致力於優質熱帶果樹品種、耐熱及抗病蔬菜品種之育成。栽培方面在水耕蔬菜、水土保持、作物合理化施肥、果樹矮化、產期調節、網室及隔雨設施栽培等方面成效卓著。為達農藥減量政策，重點研究著重在作物病蟲害綜合管理、非農藥技術開發等，同時也提供病蟲害診斷與鑑定服務。另外對於園產品冷鏈貯運、園產品加工技術、保健及醫美素材的開發也不餘遺力。透過技術的推廣與產業輔導，穩定農作物生產、提升產品品質、降低生產成本、提高農民所得。為穩定國內市場的供需，也協助開拓外銷市場，達到改善農民生活的目的，並提供消費者更安全、安心的高品質蔬果，使得產業及生態環境得以永續發展。

全球氣候變遷，農業也面臨更新的挑戰，隨著農業技術的進步亦有著無窮的機會，但仍需克服諸多問題，有賴於匯聚不同領域的專家共同合作。本次研討會發表的論文成果，包括耐熱木瓜篩選指標的建立；棗果皮褐斑問題探究與改善措施；棗樹蟲害種類、族群密度變動及防治建議；番石榴病害發生、有效防治藥劑探討與整合管理建議；夜間利用特殊波長燈照，減少荔枝細蛾危害，達到農藥減量目標；建立芒果園小黃薊馬與二點小綠葉蟬田間密度監測取樣方法，制定防治時機與策略。蔬菜研究方面，抗黑腐病芥藍品系，也有可供推廣應用的成果；不同土壤添加物的利用，可延遲及減緩苦瓜萎凋病的發展速度。另外利用麴菌開發出不同特色加工產品，提高鳳梨副產品價值。期許經由本次研討會，分享分所最新的研發成果，希望各位專家從不同觀點給予同仁寶貴的建議，透過此次交流平台，促進知識經驗的交流，共同探討技術創新，提供日後合作研究的課題。

農業部農業試驗所 所長 林學詩 謹識

序

我們非常榮幸歡迎各位參加農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所的成果發表研討會。今天，我們齊聚一堂，目的在分享本分所最新的研究成果，探討農業創新和可持續發展的未來。

農業一直以來都是人類賴以維生的基礎，而現今農業所面臨的挑戰，也讓我們不得不思考如何在食物供給和自然資源擷取的同時，既能保護生態環境，也能提高生產效率。本分所一直致力於相關領域取得突破性的研究成果，以因應這些挑戰。

在今天的研討會上，我們將有機會聽取各位不同領域專家的演講，報告研究團隊他們在過去一年中所取得的成就，分享他們在不同研究領域最新的發現和心得。此外，這次研討會也提供了一個跨領域交流和合作的平台，希望各位與會嘉賓積極互動，分享您寶貴的想法和經驗，建立未來的合作關係。只有通過共同的努力，我們才能夠找到更好的解決方案，實現可持續的農業發展。

最後，我要感謝所有參與這次研討會的人，無論您是演講者、參與者還是工作人員，您的參與都是我們共同努力的關鍵。希望今天的討論能夠激發我們的創新思維，為農業的未來帶來更多希望。

農業部農業試驗所
鳳山熱帶園藝試驗分所　分所長　謹識

目錄

木瓜耐候性早期篩選生理指標建立	徐智政、李文立	1
棗果皮褐斑生理之研究	郭展宏、李文豪 吳靜霞	7
不同品種棗樹蟲害田間發生及防治	郝秀花	21
番石榴果實病害調查與殺菌劑測試	蔡蕣隍、謝鴻業	29
芒果園內小黃薊馬與二點小綠葉蟬的取樣計畫	賴信順	37
芥藍抗黑腐病品系篩選	羅惠齡、王三太 許秀惠	47
土壤添加物防治苦瓜萎凋病之應用	湯佳蓉	59
蔭鳳梨發酵之微生物菌相	洪千雅、楊淑惠	67
夜間特殊波長燈照防治荔枝細蛾同時保持良好荔枝品質	方信秀、李文立 邱國棟、董致韡 蔡育彰	73

木瓜耐候性早期篩選生理指標建立

徐智政[1]、李文立[2]
1.高雄市鳳山區　農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所熱帶果樹系
2.高雄市鳳山區　農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所

摘　　要

本研究以選育高溫著果穩定之木瓜品種為目標，並評估運用早期篩選指標選種之可行性。在建立耐熱篩選指標上，以木瓜三個品系成熟葉片之葉圓片進行 50 ℃熱處理 6 小時後，品系 110A-03-01 乙烯釋放率較於 25 ℃之對照組低 67.9 %，降低程度為三個品系中最低，經推測 110A-03-01 品系顯示對熱處理反應較鈍感，此結果與田間植株於高溫逆境下的表現有相似之情形。

關鍵詞：番木瓜、乙烯釋放率

緒　　言

臺灣果樹品種改良已有卓著成就，為果樹產業發展之重要根基，果樹因具有幼年性，且植株較大，育種工作常耗時較長，且占地面積大，開始選育品種到命名推廣常需耗時十年以上，難免無法跟上產業變遷的腳步。為縮短育種年限、提高育種效率，除了設定具有遠見之明確育種目標，亦需掌握種原特性及遺傳規律，此外，建立及應用有效的早期性狀篩選指標可有助於育種土地及人力資源有效利用(徐，1990)。常見之早期篩選指標包括：分子標誌及生理指標等，本研究擬開發並應用早期篩選指標於果樹育種，並應用於木瓜之育種工作，提升選種效率，以改善各種果樹現有品種耐候性不良之問題。本研究以選育高溫著果穩定之木瓜品種為目標，並評估運用早期篩選指標選種之可行性。

木瓜耐高溫品種選育

木瓜兩性株花性表現受到遺傳與環境因子(如溫度、土壤水分及營養不足等逆境)的影響，透過育種方法選育花性穩定表現的品種為重要策略。近年來氣候變遷嚴重，全球暖化對作物產能造成嚴重影響，木瓜雖為熱帶果樹，但在 30℃

以上的環境下花粉形成與發芽受阻，形成無籽小果，花性表現更不穩定。木瓜育種年限較長，運用花粉活性、葉綠素螢光、細胞質膜滲漏、呼吸及乙烯釋放率等生理指標，可做為木瓜具耐熱性潛力品系早期篩選之生理指標(李和謝，2012；江，2014)，高溫對木瓜生理的表現除葉片電解質滲漏、葉綠素螢光、乙烯產生外(李和謝，2012；江，2014)，在生長與分化上，對於木瓜在雄蕊的花粉形成及雌蕊的性型表現均有顯著的影響。在育種的技術應用上尚待更多品系及田間產能表現的印證。

木瓜耐候性早期篩選生理指標建立

參考李和謝(2012)方法，測試不同品系之木瓜葉圓片於高溫下乙烯釋放率之差異，試驗材料為網室栽培的木瓜品系110A-05-01、110A-01-01及110A-03-01，自植株剪取成熟葉片(葉柄與主幹呈約45度角)，葉片以濕紙巾將表面擦拭乾淨，每葉中間部分以打孔器(直徑10mm)避開葉脈取葉圓片，為了減少葉圓片失水，將5片葉圓片放到鋪有2張紙巾且加3mL純水的培養之10mL圓柱瓶中密閉，並放置於50℃高溫黑暗環境下，以無熱處理(25℃)為對照組，於溫度處理第0、2、4及6小時自瓶內抽取1mL瓶內氣體，以氣相層析儀 (gas chromatograph, Shimadzu,Model GC-8A-FID) 測定其乙烯濃度，計算乙烯釋放率，單位以μL C_2H_4·$kg^{-1}hr^{-1}$表示之，每一品種3重複。

本試驗在無熱處理(25℃)的對照組中，品系110A-05-01的乙烯釋放率由0小時的13.47 μL·$kg^{-1}hr^{-1}$下降至6小時的3.69 μL·$kg^{-1}hr^{-1}$，品系110A-01-01則乙烯釋放率則從11.29下降至4.44 μL·$kg^{-1}hr^{-1}$，品系110A-03-01乙烯釋放率也有相似之變化趨勢，自0小時的14.34下降至3.70 μL·$kg^{-1}hr^{-1}$。三品種之離體葉片於25℃下2至6小時後，各處理間之乙烯釋放率皆無顯著變化。品系110A-05-01在高溫50 ℃處理2小時至6小時後，隨時間處理之延長，乙烯之生成量逐漸下降，而6小時後，乙烯產生量降至1.83 μL·$kg^{-1}hr^{-1}$，顯著低於在無熱處理(25℃)之對照組的13.47 μL·$kg^{-1}hr^{-1}$，下降率達86.4%；品系110A-01-01及110A-03-01在50 ℃處理2小時後之乙烯生成量皆顯著高於對照組，而於處理4小時後顯著降低，品系110A-01-01之乙烯釋放率之下降率高達89.1 %，顯著高於品系110A-03-01的67.9 % (表1)；比較各試驗品(種)系植株於田間之表現，品(種)系110A-05-01於高溫環境下易有畸形果及雌花雄性化之產生，導致植株整體著果率下降甚至有斷節之情形產生，反之品(種)系110A-03-01較不受高溫之影響，開花及著果情形正常，因此品(種)系

110A-03-01生長期如於高溫環境下仍可維持二性花性及正常著果及發育，相對對高溫環境較為鈍感(圖1)。

乙烯為植物五大賀爾蒙之一，幾乎所有高等植物中器官組織皆能產生乙烯(Taiz and Zeiger, 2010)，許多生物及非生物逆境皆會造成植物體內乙烯含量的變動，以調整其生理狀況，適應環境。乙烯的產生或抑制是植物應對部分逆境的反應，也是植物啟動相關生理機制的關鍵，因此在逆境下，藉由測定乙烯生成量應可適度反映出植株當前的生理狀態，有利於栽培者管理，雖然在適溫下乙烯的產生會隨著溫度提高而增加 (Morgan and Drew, 1997)，但當溫度升高至臨界溫度時，乙烯的生成量反而會受到抑制。本試驗中以直接以50 ℃高溫處理木瓜離體葉片，三品種離體葉片的乙烯釋放率隨熱處理時間延長而降低，且不同品種之間的乙烯釋放率也有很大的差異，推測可能為長時間的高溫下使ACC合成酶、ACC氧化酶活性降低，或離體葉圓片已逐漸死亡而無產生乙烯之能力所導致。由各品系高溫處理後乙烯釋放率下降之幅度來看，在經過50 ℃高溫處理6小時後，品系110A-01-01及110A-05-01乙烯釋放率與對照組相比，下降率分別為86.4 %及89.1%(表1)，顯著高於品系110A-03-01的67.9%，經推測品系110A-01-01及110A-05-01對熱處理較品系110A-03-01敏感。

結論與展望

全球暖化與極端氣候狀況日趨嚴重，對農業生產與糧食安全的影響甚鉅，提供育種或引種方式提供更適應環境變化之品種及建立篩選指標以加速育種選拔效率已更趨重要。本試驗利用離體葉圓片經高溫處理後乙烯釋放率之差異，可區分不同品種之耐熱特性，未來將持續與田間花性表現、花粉活力及著果特性進行比對，以驗證作為耐熱篩選生理指標之可行性。果樹育種需投入之土地、人力及時間成本高，如能系統化建立早期篩選技術，有助提早於雜交授粉前、種子萌芽期、苗期或營養生長期進行選種，可節省大量土地、人力及時間成本，並可望縮短育種年限，將更有助於及時育成符合當下及未來產業需求之品種。期能藉由本計畫執行之成果，逐步建立果樹耐候性品種篩選技術平台，並藉由協同業界參與選拔，提昇育成品種產業接受度。

引用文獻

1. 江筱慧. 2014. 應用生理指標篩選耐熱及耐寒之熱帶果樹品種. 高雄區農業改良場年報. 行政院農業委員會高雄區農業改良場編印. p. 38-39.
2. 李芸嫣、謝慶昌. 2012. 木瓜葉片高溫逆境指標之比較. 興大園藝 37(2):13-23.
3. 徐信次. 1990. 果樹育種概論, p. 359-379. 刊於:杜金池、蕭吉雄、楊偉正主編. 園藝作物育種講習會專刊. 行政院農業委員會農業試驗所. 臺中. 臺灣.
4. Morgan, P.W. and M.C. Drew. 1997. Ethylene and plant responses to stress. Physiol. Plant. 100(3): 620-630.
5. Taiz, L. and E. Zeiger. 2010. Plant Physiology. 5th ed. Sinauer Associates: 782.

ABSTRACT

Establishment of Physiological Indices for Early Selection of Papaya Weather Resistance

Chih-Cheng Hsu [1], and Wen-Li Lee[2]

1. Department of Tropical Fruit Trees, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Branch, TARI, Kaohsiung, Taiwan, ROC.
2. Director of Fengshan Tropical Horticultural Experiment Branch, TARI, Kaohsiung, Taiwan, ROC.

The purpose of this study is to select stable fruiting papaya varieties under high temperature environment and to evaluate the feasibility of using early selection indices to select varieties. On the establishment of heat-tolerance selection index, leaf disks of 3 papaya varieties were incubated under 50˚C for 6 hours, the ethylene release rate of 110A-03-01 is 67.9 % lower than that of the control group at 25℃. That is the lowest among 3 varieties which suggests its insensitiveness to heat treatment, and similar trend is observed in the field under high temperature stress environment.

Key words: papaya, electrolyte leakage

表 1. 木瓜葉圓片在 25℃或 50℃下乙烯釋放率之變化

Table 1. Change in ethylene emission rate in of papaya mature leaves during 25℃ or 50℃ treatments.

處理 Treatments	乙烯釋放率 Ethylene emission rate (μL·kg^{-1}hr^{-1})			
	0	2	4	6
110A-05-01				
25℃	13.47 ± 5.77aA[z]	3.40 ± 0.45cB	3.43 ± 0.14dB	3.69 ± 0.13aB
50℃	13.47 ± 5.77aB	11.48 ± 1.80bAB	6.41 ± 1.89bBC	1.83 ± 1.59bC
110A-01-01				
25℃	11.29 ± 1.91aA	4.42 ± 0.97cB	4.05 ± 0.07cdB	4.44 ± 0.25aB
50℃	11.29 ± 1.91aB	12.58 ± 4.32bA	4.15 ± 1.16cdB	1.23 ± 1.07bB
110A-03-01				
25℃	14.34 ± 3.71aA	5.58 ± 0.17cB	5.42 ± 0.33bcB	3.70 ± 0.33aB
50℃	14.34 ± 3.71aBC	19.17 ± 4.63aA	9.47 ± 1.48aBC	4.60 ± 1.11aC

[z] Mean separation within columns (small letter) and within rows (capital letter) was by Duncan's multiple range test 5 % level.

圖1. 品(種)系110A-03-01(A)及110A-05-01(B)田間植株開花著果情形。

Fig.1. Flowering and fruiting of varieties 110A-03-01 and 110A-05-01 in the field

棗果皮褐斑生理之研究

郭展宏[1]、李文豪[2]、吳靜霞[3]
1.高雄市鳳山區　農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所熱帶果樹系
2.屏東縣長治鄉　高雄區農業改良場
3.新竹市東區　　農糧署北區分署新竹辦事處

摘　　要

棗果皮上的褐斑，造成果實外觀品質下降，本研究以「台農 9 號-新蜜王」品種為材料，經試驗觀察褐斑之病徵發生於二次膨大期，初期為白色斑點，解剖顯示褐斑發生位置僅於果皮未深入果肉，於電子顯微鏡下觀察到此時果皮在氣孔周遭產生細微的新月形裂縫，隨後裂口木栓化而呈褐色斑點，在全果元素分析其全氮跟鉀元素差異不顯著，褐斑果鉀元素平均含量 1836.5 ppm 較無褐斑含量 1603.5 ppm 為高；在鈣含量則是以無褐斑的平均 269 ppm 較褐斑 209.25 ppm 為高；在鉀/鈣比例上在褐斑的平均為 8.86 高於無褐斑的 6；果皮與果肉在元素比值方面，Ca/ Mg, Ca/ K, Ca/ (Mg+ K)比值皆褐斑的數值高於無褐斑，果皮的數值大於果肉。在田間褐斑改善試驗結果方面，不同營養液處理試驗，以液鈣處理棗果褐斑的程度為 3.59 較對照組 4.75 有顯著下降；溫室栽培下無農藥處理組合則整體褐斑程度僅為 0.18，褐斑發生率下降至 12.5%。

關鍵詞：印度棗、果皮、褐斑、鈣

緒　　言

棗(*ziphus mauritiana* Lam.)為台灣南部冬季重要的特色果樹，根據 2020 年行政院農業委員會農業統計年報，全臺灣棗種植面積約為 1,900 ha，總產量為 32,799 公噸，經多年品種選育及栽培技術提升，果實變大平均果重逐漸提升，總可溶性固形物提升且果實澀味下降，果實水分提升，逐漸受消費者肯定；雖然消費者接受度逐漸提升，但其果實品質提昇仍有許多需要改善地方，如棗果皮上的褐斑，嚴重發生時影響其外觀品質及商品價值，嚴重者將淪為格外品；褐斑的種類眾多，有物理傷害的風疤或擦壓傷，化學藥劑造成的藥斑，白粉病或昆蟲薊馬造成的吸食傷口造成的褐色斑點；另外，有生理型的褐斑，而這種生理型的褐斑又稱

雀斑病、花斑病或花果病，田間發生褐斑只會更嚴重無法挽回，所以會嚴重影響商品賣相；推測褐斑成因可能與品種本身生理特性、肥培管理、病蟲害防治藥劑間接誘發及田間水分管理有關；經調查 38 個品種(系)，容易發生褐斑的約占 4 成，不發生褐斑的約占 6 成，褐斑的發生與品種果實的大小無明顯關係；但其中以品質特別好的品種如「台農 9 號-新蜜王」、「高雄 11 號-珍蜜」等品種容易發生褐斑，有些「金桃」、「台農 13 號-雪麗」則在相同的田間管理條件下則不會發生褐斑。

褐斑是影響果實外觀品質的重要因素之一，不是只有棗的果實會發生褐斑，像是蘋果中有許多品種如「Gala」、「Royal Gala」、「Fuji」、「Granny Smith」、「Granny Smith」、「Golden Delicious」、「Elstar」等品種容易發生(Turketti 等 2012)，推測蘋果褐斑形成的因素是較高的儲存溫度、較高的濕度、較高的 CO_2 濃度、1-MCP 處理和延長儲存都可能有關，蘋果褐斑形成的生理機制尚未明瞭，目前仍未有完全的有效解決方式(Grimm 等 2012)。其他水果如梨黃冠品種研究指出其果皮褐斑病發生與果實中鈣含量低有顯著性關聯，特別是在低的 Ca/ Mg, Ca/ K, Ca/ (Mg+ K)比值也與褐斑病發生有相關性，推測 Ca 元素的吸收與其他 Mg、K 元素間的平衡有關(關等 2006A)，褐斑嚴重的其果實內所含之酚、過氧化酶(POD)和多酚氧化酶（PPO）活性較高(關等 2006B 及李等 2012)；不同的果實保護措施其褐斑情形也不同，以套袋處理黃冠梨果實鈣總含量低於對照組不套袋者，套袋者發病率為 22.5%，而對照果實發病率僅 1.5%，不同型態的鈣對於褐斑影響發生不同，其中 NaCl 溶性鈣含量增加對減少最明顯，其次是水溶性鈣和醋酸溶性鈣，而 HCl 溶性鈣處理反而促進褐斑發生(王等 2011)；因此，鈣的吸收初步褐斑發生與程度確實有關聯。

本研究材料以褐斑較容易發生「台農 9 號-新蜜王」(以下簡稱台 9)品種為材料，藉由果實生長曲線了解果實褐斑發生時期，配合果皮表面觀察，瞭解褐斑產生之原因及發生時間點，為進行棗果褐斑試驗，將果實褐斑依程度分級：分成 0、1、2、3、4、5 共計 6 個等級，說明如下：

程度0：棗果外表完全光滑無褐斑。

程度1：褐斑面積小於1cm^2。

程度2：褐斑面積大於1 cm^{2}小於2cm^2。

程度3：褐斑面積大於2 cm^{2}小於3cm^2。

程度4：褐斑面積大於3cm^2。

程度5：整顆果實表皮皆是嚴重褐斑。

本研究另外分析果實褐斑與正常果在氮、鉀及鈣元素上的差異，另分析正常果與褐斑果其果皮與果肉間鈣、鉀及鎂元素在百分比上的差異，做為日後褐斑

生理研究及品種間肥培管理差異參考；另外嘗試褐斑改善試驗中以慣行農法搭配不同營養液處理及化學藥劑栽培管理對褐斑等 3 種改善試驗，藉以提高棗果實品質及其商品價值。

棗果的褐斑生理與發生時期

以台 9 觀察褐斑發生時期為授粉後 80-100 天後，此時棗果進入快速膨大期，果實的乙烯生成率跟呼吸率下降(圖 2)，此時果實褐斑開始發生，且褐斑的發生是以向陽面較容易開始發生，初期為白色斑點其產生位置都是位於果實表皮氣孔處(圖 3A)，可發現白色斑點為氣孔，突起產生裂縫，隨後這些裂縫可能由增生細胞木栓化填滿(圖 3B)，褐斑嚴重發生時呈現肉眼可見之明顯裂紋(圖 3C)，果皮上的氣孔及氣孔附近的表皮破裂，位於果皮表面無深入果肉組織(圖 3D)，於電子顯微鏡下(圖 3E)觀察到此時果皮在氣孔周遭產生細微的新月形裂縫，隨後裂口木栓化，而在果實外觀形成褐色斑點。且不是所有的果實都會發生褐化，每一粒果實褐化的程度也不盡相同，經由觀察發現，一般再接近主幹部位者較容易發生、樹冠上層無樹葉遮蔽之果實還有向陽面的果皮期褐斑的發生率還有發生情形會較為嚴重。

取褐斑程度 0 與 5 等級，分析褐斑與無褐斑果實元素在全氮、鉀、鈣等大量元素含量差異上(如表 1)，得知在全氮跟鉀元素在兩種果實平均差異不顯著，惟褐斑果鉀元素平均含量 1836.5 ppm 較無褐斑含量 1603.5 ppm 為高；在鈣含量則是以無褐斑的平均 269 ppm 較褐斑 209.25 ppm 為高，且差異達顯著；在鉀/鈣比例上在褐斑的平均為 8.86 高於無褐斑的 6，且差異達顯著。另外正常果與褐斑果其果皮與果肉間鈣、鉀及鎂元素在百分比上的差異上(如表 2)。鈣含量百分比無論在果皮或是果肉都是以褐斑果較高，無論對照組或褐斑果，其果皮鈣含量均較果肉來的高，其中褐斑果鈣含量在果皮及果肉分別是 0.11 及 0.04%DW，均較對照組之 0.09 及 0.03%DW 為高，但只有在果肉部分達顯著差異。在 K 及 Mg 含量上，對照組及褐斑果則無明顯差異；在元素比值方面，Ca/ Mg, Ca/K, Ca/ (Mg+K) 比值皆褐斑的數值高於無褐斑，果皮的數值大於果肉；推測施用鈣肥或改變鉀鈣的比例，期望能降低果實褐斑的程度。

留果數、液態鈣肥及液臘處理對於果實褐斑的影響

綜上果實元素分析，棗果皮褐斑明顯出現在果實膨大期後期，推測可能和果皮鈣含量變化有關；因此，留果數處理以 20 葉留 3 果(實驗組)與 20 葉留 1 果(對照組)觀察果實的鈣是否會養分競爭，外部噴施液態鈣肥觀察是否可增加果實含鈣量，又褐斑發生是以向陽面較為嚴重故規劃噴施液臘保護劑減緩蒸散作用之方式，是否會使褐斑情形降低會影響及觀察果實的礦物營養鹽種類與變化，因此以噴施純水(對照組)、噴施液態鈣肥(新鈣多力，肥製微字第 0068146 號：CaO 8.0%、MgO 4.0%、B 2.0%)1000 倍處理及液臘(石蠟)500 倍等處理，於高雄市大社區試驗田隨機選取棗樹，每個處理 4 棵棗樹，每棵樹標記取東、西、南及北向枝條之果實，花後 40 天開始噴施，每 14 天噴施一次，共計噴施 6 次，每個枝條隨機採 8 個果實進行果實褐斑程度、果實品質分析及果實元素分析。

在處理結果如表 3 是液鈣在褐斑程度 3.59，明顯降低較對照組 4.75、留果數處理 4.66 及液臘處理 4.69 為低，液鈣處理褐斑程度結果與其他處理為顯著；在果實品質觀察液鈣處理在果重、果肉率、果汁重、總可溶性固形物、酸度及糖酸比是處理中比較差的。在不同處理對於褐斑程度影響的結果(如圖 4)，以液鈣處理其褐斑程度 3 的佔 40.6%程度 4 的佔 59.4%，本試驗其他處理褐斑程度 4 的約佔 35%程度 5 的約佔 65%，顯示噴施液鈣能有效降低褐斑程度。在本試驗之果實營養成分分析上(如表 4)，以留果數處理 20 葉留 3 果在各營養元素含量皆是最低的；液鈣處理的鉀元素 2.01%對照組純水處理 2.07%略低，液鈣處理的鈣含量 0.0692%略高於對照組 0.0601%，液鈣處理在 Ca/ Mg, Ca/K, Ca/ (Mg+K)的比值教本試驗處理為高。表 4 的營養成分趨勢大致與表 1 在果實的鈣含量，褐斑果實的鈣含量較少、較正常的果實鈣含量較高的趨勢相近。

在本試驗因於田間操作，影響因子複雜，噴施試驗處理也不容易，增加試驗的困難度，為達試驗重複數故本試驗規模較小，雖然本試驗結果在液鈣處理在褐斑有局部減少，對於褐斑降低有改善，和斑程度降低之結果在統計上也是顯著的，但果實的褐斑程度仍高達 3.59，尚有許多改善空間且還有許多未知的因素會影響果實的褐斑生成，需要再進一步探討果實褐斑的成因。

不同化學藥劑對於果實褐斑的影響

棗果生產過程長，影響褐斑的因子非常多，除了肥培、留果數等因子，又生產過程長達整年，會遇到許多種類的病蟲害需要防治，因此，影響最大因子除了

栽培管理之外就是使用不同種類的農藥。試驗為減少環境因子影響，設計將棗栽種至溫室，20葉留1果，並以棗樹最常使用之藥劑種類進行褐斑影響試驗，參考植物保護手冊以棗作物農藥之推薦使用種類及使用濃度，規劃以亞托敏乳劑(azoxystrobin, 3000倍)、賽洛寧液體(thiamethoxam,1000倍)、白列克敏粉劑(pyraclostrobin,1500倍)及對照組純水，每個處理4棵棗樹，每棵樹標記取東、西、南及北向枝條之果實，採用果實浸泡的方式進行藥劑處理，於花後40天開始浸泡果實一次，每14天浸泡一次，共計浸泡6次，每個枝條隨機採16個果實進行果實褐斑調查。

試驗結果以平均褐斑程度來看(如表5)，純水處理的對照組其僅為0.13，亞托敏藥劑處理為1.81，賽洛寧藥劑處理為2.63，白列克敏粉劑為0.56，各處理間差異顯著；褐斑發生率來看，純水對照組為12.5%、亞托敏藥劑處理為93.75%，賽洛寧藥劑處理為100%，白列克敏粉劑為43.75；以純水處理的對照組表現相當為最佳，賽洛寧處理的褐斑程度最高，亞托敏影響次之，白列克敏影響相對最小；該試驗顯示各藥劑都會造成褐斑的影響，其中以賽洛寧藥劑對於本試驗的褐斑影響比較大。

與慣行栽培管理比較，溫室栽培管理的整體褐斑的程度比較輕微，推測是否台9果皮對於藥劑比較敏感，這種反應的成因為何亦十分值得探討，棗的果實掛果達4-5個月以上，使用的藥劑種類繁多又為混合使用，變因極多增加許多試驗上的挑戰與困難度，又或以溫室等設施栽培，除了可望減少用藥之外，亦有效減少果實褐斑情形並提升果實品質。

結論與展望

在完全無施用農藥之對照組較本試驗其他處理，明顯能減少其果實褐斑情形，推測該褐斑情形係台9品種果實表皮本身敏感，易受藥劑刺激及向陽面光線照射、溫度較高後氣孔組織受損，又蒸散作用及果實成長致果皮開裂，氧化作用導致果實組織產生褐化反應，經解剖顯微觀察褐斑僅發生於果皮表面；棗果實褐斑的研究仍需再進一步謹慎地驗證為宜，未來將再進一步詳細探討慣行農法之各種藥劑種類、噴施方式及果實保護方式，以期改善棗之褐斑問題並能實際應用於安全健康之棗果生產。

謝　　辭

本研究承行政院農業委員會科技計畫棗果實褐斑改善之研究(105農科-9.4.5-農-C5)經費補助；及本文繕寫期間，承蒙中興大學園藝系林慧玲教授與范俊傑博士協助電子顯微技術，一併致上無限謝忱。

引用文獻

1. 行政院農業委員會農業統計年報. 2018. 107 Yearly report of Taiwan's agriculture. Council of Agriculture, Executive Yuan. Taipei, Taiwan. https://www.coa.gov.tw/ws.php?id=209 (visit on 06/05/2021)
2. 邱祝櫻. 2012. 印度棗健康管理技術專刊. 高雄區農業改良場技術專刊(NO.3). P43.
3. 邱祝櫻. 2013. 台灣棗之栽培及其改進. 園藝之友 157:35-48.陳敏祥. 1990. 本省印度棗栽培品種簡介. 台灣省農業試驗所技術服務4:11-15.
4. 張麗華. 1999. 印度棗(Zizyphus mauritiana Lam.)果實發育之研究. 國立中興大學園藝學系碩士論文. P66.
5. 關軍鋒、及華、馮雲霄、李麗梅、孫玉龍、司建爾. 2006. 黃冠梨果皮褐斑病與Ca,Mg,K營養的關係. 華北農學報 21(3) : 125-128.
6. 關軍鋒、及華、馮雲霄、李麗梅、孫玉龍.2006. 黃冠梨果皮褐斑病發生機制研究新進展. 河北農業科學. 第10卷 第1期.
7. Rymbaia, H., M. Srivastava, R.R. Sharmab, S.K. Singha. 2012.Lenticels on mango fruit: Origin, development, discoloration and revention of their discoloration. Scientia Horticulturae.135:164-170.
8. Takahashi, K., M. Sugawara, R. Kawamata,Y. Motomura, and T. Nishizawa. 2013. The role of net development as a barrier to moisture loss in netted melon fruit (Cucumis melo L.).Hortscience 48(12):1463–1469.
9. Turkettia S.S., Curryb E., Lötzea E.. 2012. Role of lenticel morphology, frequency and density on incidence of lenticel breakdown in 'Gala' apples. Scientia Horticulturae. 138:90-95.
10. Eckhard Grimma, Bishnu P. Khanal a, Andreas Winkler a, Moritz Knochea,*, Dirk Köpcke. 2012. Structural and physiological changes associated with the skin spot disorder in apple. Postharvest Biology and Technology.Volume 64, Issue 1, February, Pages 111-118.

ABSTRACT

Study on Physiology of Jujube fruit peel pitted browning

Jhan-Hong Guo [1], Wen-Hao Lee[2],Ching-Hsia Wu[3]

1. Department of Tropical Fruit Trees, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Branch, TARI, Kaohsiung, Taiwan, ROC.
2. Kaohsiung District Agricultural Research and Extension Station, Pingtung, Taiwan, ROC.
3. Northern Region Agriculture and Food Administration. Ministry of Agriculture, Hsinchu City, Taiwan, ROC.

Brown spots on the jujube fruit peel, resulting in a decrease in fruit appearance quality. This study use 'TN 9-New Honey King' variety for experimental material. It has been observed through experiments that the symptoms of brown spots occur in the secondary expansion stage. Initially as white spots, The dissection showed that the brown spots occurred only in the pericarp and did not go deep into the pulp. Under the electron microscope, it was observed that the pericarp had formed crescent-shaped cracks around the stomata, and then the cracks corked and turned into brown spots. In the elemental analysis of the whole fruit, there is no significant difference in the total nitrogen and potassium elements. The average content of potassium in the fruit with brown spots is 1836.5 ppm, which is higher than that of 1603.5 ppm without brown spots; in terms of calcium content, the average content of potassium without brown spots is 269 ppm, which is higher than that of 209.25 ppm. In terms of potassium/calcium ratio, the average value of brown spot is 8.86, which is higher than 6, that of non-brown spot; in terms of element ratios of peel and pulp, the ratios of Ca/Mg, Ca/K, Ca/(Mg+K) are all higher than those of brown spot. Likewise, the value of the peel is greater than that of the pulp. Under the field survey, the experiment of brown spot improvement appeared that in different nutrient solution treatment, liquid calcium spraying significantly improved the degree of reducing brown spot; compared with the control group, it dropped from 4.75 to 3.59; The spot degree is only 0.18.As to greenhouse cultivation without pesticide treatment, the overall brown spot degree is only 0.18, and the incidence of brown spot dropped to 12.5%.

Key words: Jujube(*ziphus mauritiana* Lam.), peel, pitted browning, Calcium

圖 1. 棗果實褐斑程度分級，分成 0、1、2、3、4、5 共計 6 個等級：
程度 0：棗果外表完全光滑無褐斑。程度 1：褐斑面積小於 1cm^2。程度 2：褐斑面積大於 1 cm^2 小於 2cm^2。程度 3：褐斑面積大於 2 cm^2 小於 3cm^2。程度 4：褐斑面積大於 3cm^2。程度 5：整顆果實表皮皆是嚴重褐斑。

Fig 1. Jujube fruit peel pitted browning are classified into 6 grades: 0, 1, 2, 3, 4, 5: Level 0: Jujube fruit is completely smooth without brown spots. Level 1: The area of brown spots is less than 1cm^2. Level 2: The area of brown spots is greater than 1 cm^2 and less than 2 cm^2. Level 3: The area of brown spots is greater than 2 cm^2 and less than 3 cm^2. Level 4: The area of brown spots is larger than 3cm^2. Level 5: Brown spots all over the fruit epidermis.

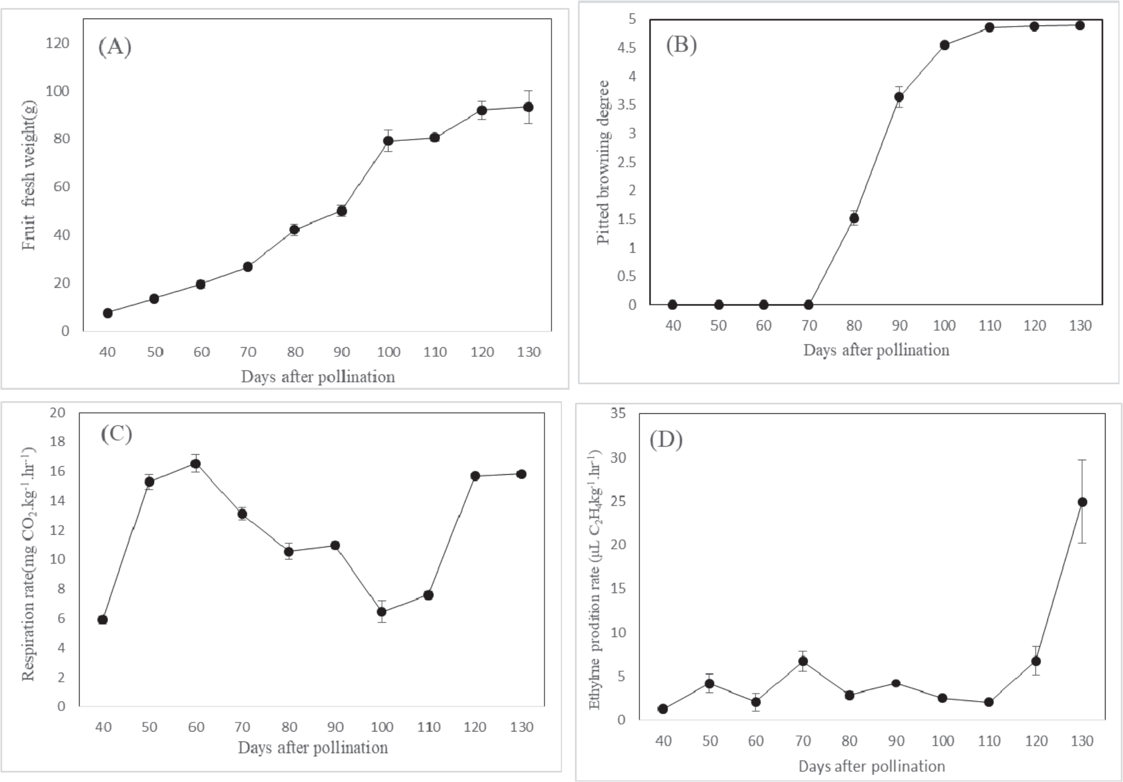


圖 2. 棗「台農 9 號」果實發育之生長曲線(A)果實鮮重 (B)果皮褐斑程度 (C) 呼吸率(D)乙烯生成率之變化情形。(n=8)

Fig 2. Changes in fruit fresh weight (A), fruit peel pitted browning degree (B), respiration (C) ethylene prodution (D) of 'TN 9' jujube during growth and development. Bar indicated standard error of mean (n=8)

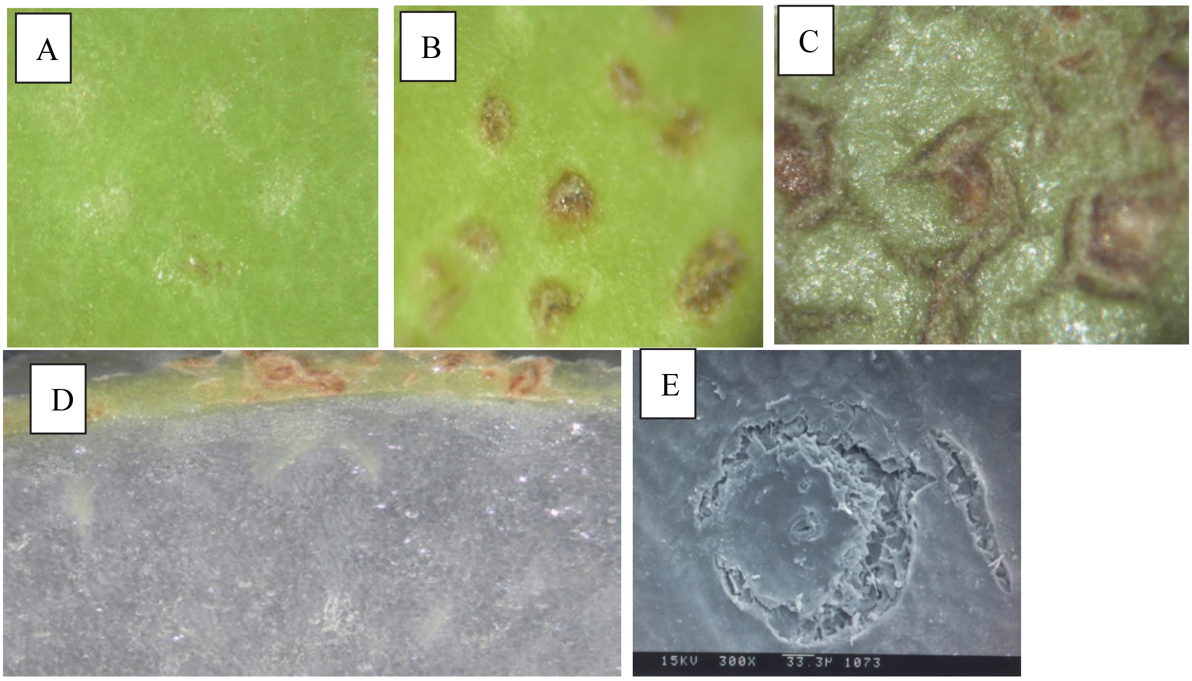


圖 3. 褐斑觀察(A)、程度 3 放大 50 倍(B)、程度 4 放大 50 倍(C)、程度 5 放大 100 倍(D)、果實組織橫切面 50 倍 (E)、電子顯微鏡放大 300 倍下氣孔及破裂情形。
Fig 3. Fruit peel pitted browning observation, initially is white spots, degree3 (x50) (A),degree 4 (x50) (B), degree 5 (x100) (C), fruit tissue cross section (x50)(D), Stomatal rupture under the electron microscope (x300) (E).

表 1、比較棗「台農 9 號」褐斑與正常果實在氮、鉀、鈣及鉀/鈣元素差異

Table 1. The comparison of the content of N, K, Ca, and K/ Ca with fruit peel pitted browning(Browning) and narmal in‘TN 9’ jujube.

Element type	N	K	Ca	K/Ca
Brown spot status	(%)	(ppm)	(ppm)	
Normal	1.52±0.23a	1603.5±47.5a	269±17a	6±0.56b
Browning	1.47±0.13a	1836.5±263.29a	209.25±17.52b	8.86±1.18a

Mean ± standard error (n = 4). Different letters following the value represent significant difference according to t test at P ≤ 0.05.

表 2、比較棗「台農 9 號」褐斑與正常果實其果皮與果肉在鈣、鉀、鎂、鈣/鉀、鈣/鎂及鈣/(鎂+鉀)元素及比例差異

Table 2. The comparison peel and pulp of fruit peel pitted browning(Browning) and normal in ‘TN 9’jujube fruit with the content of Ca, Mg and K, and Ca/ Mg, Ca/ Kand Ca/ (Mg+ K) (%DW).

		Element type					
Fruit position	Brown spot status	Ca (%)	K (%)	Mg (%)	Ca/K (%)	Ca/Mg (%)	Ca/(Mg+K)
Peel	Normal	0.09ab	1.32a	0.04a	0.068b	2.25a	0.066b
	Browning	0.11a	1.13a	0.04a	0.097a	2.75b	0.094a
Pulp	Normal	0.03a	1.23a	0.03a	0.024b	1a	0.024b
	Browning	0.04b	1.39a	0.03a	0.029a	1.33b	0.028a

(n=4) .Different letters following the value represent significant difference according to t test at P ≤ 0.05.

表 3、不同處理對於棗「台農 9 號」果實褐斑程度及果實品質的影響
Table 3. Effects of different treatments on 'TN 9'jujube fruit peel pitted browning degree and fruit quality

Fruit quality / Treatment	Browning degree	Fruit size (g)	Pulp rate (%)	Juice (g)	Total soluble solids(°Brix)	Titratable acidity(%)	Sugar/acid Ratio
H_2O(CK)	4.75±0.013a	96.22±4.4a	97.01±0.1a	74.05±5.13b	12.45±0.52a	0.47±0.013a	26.98±1.37a
Liquid calcium fertilizer	3.59±0.005c	87.77±3.66b	96.5±0.26b	68.8±3.55b	11.3±0.58ab	0.46±0.015a	24.9±1.38b
Fruit number	4.66±0.004b	94.97±2.89a	96.79±0.16b	81.6±3.74a	11.9±0.51a	0.48±0.019a	25.43±1.42b
Liquid wax	4.69±0.015b	100.14±3.8a	97.13±0.14a	74.22±3.58b	12.4±0.72a	0.45±0.018ab	27.64±1.23a

(n=8) .Different letters following the value represent significant difference according to t test at $P \leq 0.05$.

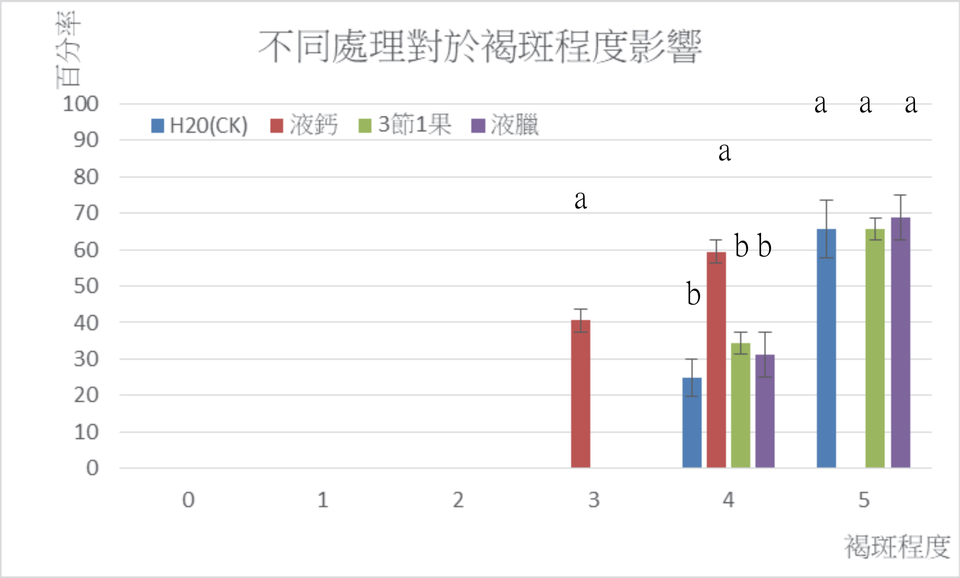


圖 4. 不同處理對於棗「台農 9 號」果實褐斑程度百分比的影響。圖中直線代表標準誤差(n=4)。

Fig 4. Effects of different treatments on ‘TN 9’jujube fruit peel pitted browning degree percentage(%).Bar indicated standard error of mean (n=4) . Different letters following the value represent significant difference according to t test at P ≤ 0.05.

表 4、不同處理對於棗「台農 9 號」果實元素的影響

Table 4. Effects of different treatments on‘TN 9’jujube fruit elements

Element type	Treatment			
	H_2O(CK) (1 for 20 leaves)	Liquid calciumfertilizer (1 for 20 leaves)	Fruit number (3 for 20 leaves)	Liquid wax(1 for 20 leaves)
N(%)	1.43	1.42	1.27	1.43
P(%)	0.191	0.192	0.0161	0.191
K(%)	2.07	2.01	1.78	2.07
Ca(%)	0.0601	0.0692	0.0474	0.0601
Mg(%)	0.0453	0.045	0.0357	0.0453
B(mg/kg)	74.6	99.2	47.6	74.6
Cu(mg/kg)	3.54	3.15	9.55	3.54
Zn(mg/kg)	12.3	10.6	12	12.3
Na(mg/kg)	15.6	48.6	15.6	15.6
Ca/K	0.029034	0.034428	0.026629	0.029034
Ca/Mg	1.326711	1.537778	1.327731	1.326711
Ca/(Mg+K)	0.028412	0.033674	0.026106	0.028412

表 5、溫室栽培下不同藥劑處理對於棗「台農 9 號」果實褐斑影響

Table 5. Effects of different chemical treatments on the jujube fruit peel pitted browning degree in jujube 'TN 9' under greenhouse cultivation

treatment	H_2O(CK)	azoxystrobin	thiamethoxam	pyraclostrobin
Degree of brown spots	0.13±0.07d	1.81±0.26b	2.63±0.22a	0.56±0.21c
Incidence rate(%)	12.5±7.22c	93.75±6.25a	100±0a	43.75±15.73b

Mean ± standard error (n = 16). Different letters following the value represent significant difference according to t test at $P \leq 0.05$.

不同品種棗樹蟲害田間發生及防治

郝秀花
高雄市鳳山區 農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所植物保護及園產品加工系

摘　　要

田間不同品種棗樹害蟲種類，有綠盲椿象、蛾類 3 種(台灣黃毒蛾、小白紋毒蛾及斜紋夜盜蛾)、薊馬 2 種(花薊馬及小黃薊馬)、柑桔粉介殼蟲、柑桔葉蟎、星天牛、東方果實蠅及蝸牛 2 種(非洲大蝸牛及扁蝸牛)。三種品種棗樹上害蟲種類大致相同，其中以椿象類及薊馬類的田間族群發生密度較高，其餘數量較低。3 種棗子品種，高雄 12 號與台農 13 號的生長發育及採收時間幾乎一致，高雄 11 號較晚。害蟲田間發生以盲椿象在高雄 12 號的密度較高，發生高峰期在 1-2 月。薊馬類，以台農 13 號發生較密度較高，高峰期在 4-5 月的抽新梢到開花期。因 5-8 月大雨，田間害蟲族群密度都偏低。

關鍵詞：棗、不同品種、蟲害、發生、防治

緒　　言

棗原產於印度、緬甸及中國雲南一帶，何時傳入台灣已不可考，約在日治時代即有栽培，栽培環境由北漸移至南部，現已成為台灣南部重要特產。台灣目前栽培的棗 (*Ziziphus mauritiana* Lam.) 原稱印度棗，其分類地位屬於鼠李科 (Rhamnaceae) 棗屬 (*Ziziphus*) 植物[2, 5]。根據 2021 年台灣農業年報統計，全台栽培面積 1,782 公頃，年產量達 31,266 公噸，產區集中於嘉義、台南、高雄與屏東等縣[1]。台灣在日治時代就有栽培紀錄，當時引進之品種果實小，品質差，風味不佳，但經多年品種改良及栽培技術改進，品種多元化且產量高品質佳。自 1998 年開始，陸續有台農 1 號、台農 2 號、高雄 3 號與台農 4 號等，直到最近命名的台農 13 號，提供農民栽培。為提供農民產期調節參考，有早熟與晚熟品系，目前最早熟的品種為台農 13 號，陸續有高雄 8 號、高雄 12 號、蜜棗及最晚的品種高雄 11 號，讓原本僅有 2 個月的採收期，已可延長至半年[2,4]。棗樹栽培過程中所衍生的蟲害問題除降低品質及產量外，亦可能因檢疫問題而影響外銷的競爭力。

棗樹各栽培時期的蟲害

棗樹之生育期可分為修剪嫁接期、開花期、結果期及採收期，隨著植株的發育狀況與氣象因子的影響，田間發生的蟲害族群消長有所差異。1988 年溫宏治調查台灣棗樹上常見害蟲約有 28 種，危害較嚴重者有小黃薊馬、東方果實蠅、柑桔葉蟎、薊馬、星天牛、印度棗葉蟬、粉介殼蟲、盲椿象、毒蛾等[2, 5]。原本為避免東方果實蠅的危害，農民是以塑膠袋套袋果實來防止果實蠅產卵，但因套袋需以人工套袋，農村人力不足，因而改變栽培模式，以網室栽培代替人工套袋，近幾年網室栽培棗子已經是普遍的栽培管理模式[2, 3, 4, 6, 7]。

棗樹的害蟲在網室栽培之下，大型害蟲(如天牛、毒蛾類及東方果實蠅)幾乎可被網室防止在外，但反而造成小型害蟲有增加的趨勢。經筆者近二年田間調查到危害棗樹的害蟲種類已經減少，農民栽培管理期間，棗樹上的害蟲種類有綠盲椿象、蛾類 3 種 (台灣黃毒蛾、小白紋毒蛾及斜紋夜盜蛾)、薊馬類 (花薊馬及小黃薊馬)、柑桔葉蟎、柑桔粉介殼蟲、星天牛、東方果實蠅及蝸牛 2 種(非洲大蝸牛及扁蝸牛) 等。以下列出在棗樹各時期較常見的害蟲參考，新梢期：盲椿象、毒蛾類、柑桔葉蟎、小黃薊馬；開花期：盲椿象、毒蛾類、柑桔葉蟎、花薊馬；結果期：盲椿象、小黃薊馬、東方果實蠅；採收期：盲椿象、小黃薊馬、柑桔粉介殼蟲。一般害蟲的防治法有耕作防治法 (修剪、清園、品種、合理施肥)、化學防治法 (藥劑、性費洛蒙)、物理防治法 (網室、黃色黏紙、套袋、燈光誘殺)、生物防治法 (天敵)，針對各種害蟲的防治措施建議如表 1，如星天牛發生時，建議以鐵絲穿刺幼蟲，也可參考台東改良場推薦之「高壓空氣灌注」技術[8]，將天牛幼蟲噴死。各害蟲防治藥劑請參考植物保護資訊系統-- https://otserv2.tactri.gov.tw/PPM/ 公告之推薦藥劑。

不同品種棗樹上害蟲田間族群發生

農民對於各試驗單位所新推薦棗樹品種栽培意願高，同時栽培了高雄 11 號(珍蜜)、高雄 12 號(珍愛)及台農 13 號(雪麗)三種品種，筆者以調查高雄市大社區的棗園為例，高雄 12 及台農 13 號栽培採收時間相近，大多在 2 月底前採收完畢，3 月修剪，4 月抽新稍；高雄 11 號則在 3 月採收完，4 月底才修剪。5-6 月時台農 13 號就已來花，但為無效花。8 月，高雄 12 號與台農 13 號陸續開花，8-9 月為二品種之盛花期；高雄 11 號則到 10 月初，才達盛花期。10-12 月陸續疏果，農民依著果數量進行疏果，約疏果 2-3 次。採收期間以台農 13 號約可採收

45 天，其餘二者約 30 天。

以綠盲椿象與薊馬類在不同品種棗樹上的發生情形說明如下，綠盲椿象在三品種的田間周年發生密度高峰都在 1-2 月採收期間，適逢採收前就已經停止施藥所致，其中田間調查以發生在高雄 12 號的綠盲椿象田間族群密度最高 (在 2 月的 159 隻/黏紙)，其次為高雄 11 號 (在 1 月的 46 隻/黏紙)(圖 1)。高雄 12 號及台農 13 號開花較早，在 5-8 月適逢雨季，雨量較高 (達 200mm 以上)，這段期間盲椿象的田間密度不高，以發生在高雄 12 號及台農 13 號棗樹上的綠盲椿象族群密度較高 (在 10 月達 28 隻/黏紙)。綠盲椿象大多棲息於新梢，會造成棗子葉片捲曲，雖有在果實上發現行蹤，但果實上未見危害狀。

薊馬類在 4 月修剪後，此時棗樹正值抽新梢，田間各品種棗樹上的花薊馬及小黃薊馬數量都升高，田間調查以台農 13 號棗上的薊馬類族群發生密度最高，在 4 月時的花薊馬田間發生密度可達 120 隻/黏紙，高雄 12 號次之 (50 隻/黏紙以上)(圖 1)；小黃薊馬的田間族群發生密度高峰也在 4- 5 月間，以發生在台農 13 號棗樹上的族群發生密度最高，達 40 隻/黏紙(圖 1)。5-8 月田間雨量高達 200 mm，田間薊馬族群密度逐漸降低，降至最低 0 隻/黏紙。9-10 月陸續結小果，薊馬的族群密度漸漸升高 (最高為高雄 11 號的 20 隻/黏紙)，但田間調查密度是不如 4-5 月抽稍期高。二種薊馬在結果實的田間族群密度，是以高雄 11 號的田間調查密度為最高。薊馬類主要會危害嫩葉、花器及果實，在初期結小果時，主要是花薊馬危害，造成果實蒂頭處呈現放射狀線條疤痕；到果實肥大時，果實會互相靠近，小黃薊馬易躲藏其間取食危害，因此疏果是一定要進行的工作，除可減少果實被危害，亦可使防治藥劑噴施的到。

筆者調查不同品種棗樹之栽培環境，比較氣象因子中溫度、相對溼度及雨量，對於害蟲田間族群發生密度的影響，在 5-8 月雨量高達 200 mm 以上，此時的害蟲田間族群密度都是降低的。經分析其相關，雨量與害蟲田間族群發生密度是呈現負相關 (R^2=0.9596，p=0.1848)。調查在同一時間，不同品種上的蟲害族群發生，會呈現不同的結果，以盲椿象為例，在高雄 12 號棗園內的族群發生密度，高於其他二者；薊馬類則以在台農 13 號棗園的發生密度高於其他二者。

結論與展望

棗樹蟲害種類達 28 種之多，農民對於其危害大多無法掌握，針對發生較為嚴重的害蟲田間發生介紹，希望農民可以針對害蟲的習性加強田間管理，選擇防治適期，提早噴藥可提早降低田間害蟲族群發生密度，經調查花薊馬的族群發生密度，在修剪完後 1 個月就開始升高，若此時提早噴藥，不僅提早降低花薊馬在田間的族群密度，也同時提早降低小黃薊馬在田間的族群密度，也預先避免了小

黃薊馬在結果期危害果實的發生。慣行農法的農民，對於害蟲的防治做法，多以藥劑防治，期間搭配黃色黏紙及懸掛蛾類性費洛蒙，誘殺田間害蟲成蟲，並提早噴藥減少田間害蟲族群數量，藉由田間管理並配合利用其他防治方法，降低農藥使用量，以提供安全無虞的果品給消費者。

引用文獻

1. 台灣農業年報。2021。https://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/book/Book.aspx
2. 林正忠、溫宏治、章加寶。2000。印度棗病蟲害綜合防治。行政院農委會中部辦公室編印。20 頁。
3. 邱祝櫻、林永鴻、陳明昭、黃德昌。2012。印度棗健康管理技術專刊。行政院農委會高雄區農業改良場編印。屏東。43 頁。
4. 郭展宏、吳靜霞、李文豪、張麗華、黃基倬。2021。棗新品種‘台農 13 號-雪麗’特性之研究。臺灣園藝 66(4)：171-180。
5. 溫宏治。1988。印度棗主要害蟲之生態與防治。中華昆蟲特刊 2 號。p 107-116．
6. 溫宏治、林正忠。1993。印度棗病蟲綜合防治。農試所服務季刊。15：13-17。
7. 溫宏治。2000。果樹非農藥防治病蟲害之策略。中華永續農業協會。p 64-69。
8. 陳奕君。2020。斑星天牛之「高壓空氣灌注」防治技術。台東改良場。農技報導。78 期。

表 1. 棗樹上各種害蟲的防治措施

Table 1. Control measures against various pests on Indian jujube

Pest	Damage site	Control measures
Campylomma lividicomis Reuter	leaf, fruit(?)	yellow stick paper, pesticide
Frankliniella intonsa (Trybom)	flower, fruit	yellow stick paper, pesticide
Scirtothrips dorsalis Hood	leaf, flower, fruit	yellow stick paper, pesticide
Bactrocera dorsalis Handel	fruit	sex pheromone, food bait
Moth	leaf, flower, fruit	sex pheromone, pesticide
Panonychus citri (McGregor)	leaf, fruit	pesticide
Anoplophora malasiaca (Thompson)	stick	pesticide, iron wire
Planococcus citri Tisso	leaf, fruit	pesticide

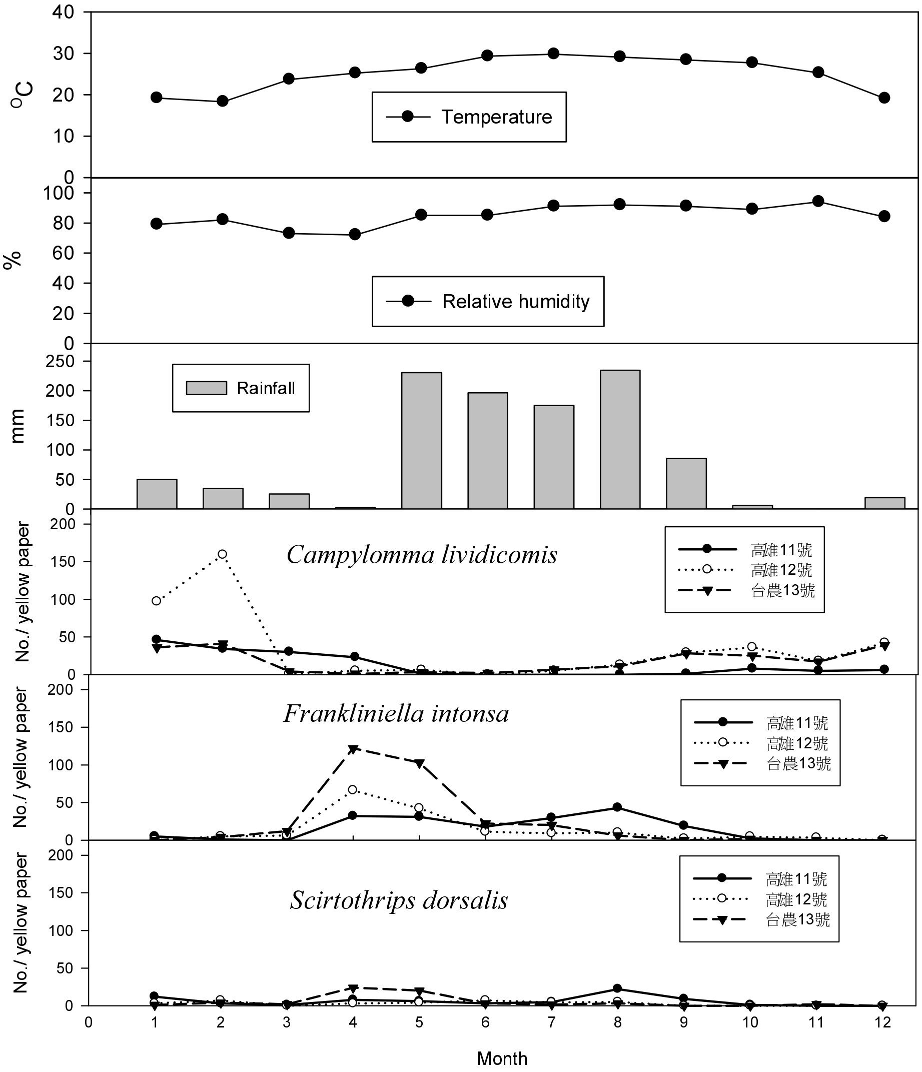


圖 1. 不同品種棗樹上綠盲椿象、花薊馬及小黃薊馬田間族群消長(2022)

Fig. 1. The population dynamics of *Campylomma licidicomis*, *Frankliniella intonsa*, and *Scirtothrips dorsalis* in field on different varieties of Indian jujube. (2022)

Occurrence and Control of Pest on Varieties of Indian Jujube

Hao, H. H.

Department of Plant Protection and Utilization, Fengshan Topical Horticultural Experiment Branch,TARI, Kaohsiung, Taiwan, R.O.C.

ABSTRACT

The pest species and occurrence survey results of different species of jujube in the field. There are green blind stink bug, 3 species of moth, 2 species of thrips (flower thrips and small yellow thrips), mealy scale, citrus spider mites, longhorn beetles, oriental fruit flies and 2 species of snails were investigated. There are the same pest species on the three varieties of jujube. Among them, green blind stink bugs and thrips have higher field population densities, and the others have lower population densities. Among the three jujube varieties, the growth and harvest time of Kaohsiung No. 12 and Tainong No. 13 were almost the same, and Kaohsiung No. 11 was later. The density of green blind stink bug in Kaohsiung No. 12 is higher among the three jujube varieties, and the peak period of occurrence is from January to February within a year. Thrips have a higher density in Tainong 13 among the three jujube varieties, and the peak period of occurrence is from new shoots to flowering in April-May within a year. Due to continuous heavy rains from May to August, the population densities of pests in the field were low.

Key words: Indian Jujube, varieties, pest, occurrence, control.

番石榴果實病害調查與殺菌劑測試

蔡舜隍[1]、謝鴻業[2]
1.高雄市鳳山區　農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所植物保護及園產品加工系
2.高雄市鳳山區　農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所熱帶果樹系

摘　　要

番石榴為多年生常綠果樹，近幾十年由於新品種不斷地推出及改進栽培技術，使得番石榴成為台灣重要果樹產業之一。番石榴在生產過程中遭遇的病害問題，一直是番石榴產業的主要限制因子之一，其中番石榴果實的病害主要有黑星病、瘡痂病、炭疽病、疫病及果腐病等真菌性與類真菌性病害，依 108 至 109 年的調查結果，成熟果實上的病害仍以瘡痂病、黑星病為主，炭疽病則是其次；平板藥劑試驗顯示，賽普護汰寧、扶吉胺、克熱淨、鋅錳乃浦及得克利對黑星病、瘡痂病及炭疽病之菌絲生長抑制率皆達 85%以上，針對這些藥劑，未來田間病害管理可以參考本研究篩選出之核准殺菌藥劑，並配合田間清園等措施進行整合防治，以降低整體農藥的使用量。

關鍵詞：番石榴、黑星病、瘡痂病、炭疽病、殺菌劑

緒　　言

番石榴為桃金孃科多年生常綠灌木，原產於熱帶美洲。根據110年農業統計年報，全台種植面積達7,930公頃，產量184,952公噸，主要產地為高雄市2,801公頃、台南市1,579公頃及彰化縣1,363公頃[(1)]，以鄉鎮別來看，高雄市以燕巢、阿蓮及大社種植面積最多，台南市為楠西、玉井及大內，彰化縣則以溪州、社頭、二水為主[(2)]。於田間成熟的番石榴果實上常見的主要病害有黑星病 (*Phyllosticta* spp.)、瘡痂病 (*Pestalotiopsis* spp.)、炭疽病 (*Colletotrichum* spp.)、疫病 (*Phytophthora* spp.)及果腐病等真菌性與類真菌性病害，以往的田間調查顯示，中部彰化地區以炭疽病、黑星病及瘡痂病危害果實最嚴重[(5)]，早年番石榴栽培並無套袋，由於引進泰國拔品系種植，並採用果實雙層套袋的栽培模式後，使得危害果實的菌相改變，讓原本不嚴重的黑星病，在當時的南部產區例如雲林、台南、高雄及屏東，成為主流的果實病害[(3)]。而目前臺灣最主要的栽培品種為珍珠拔 (佔

95%)，果實相關病害相的調查已久未更新，知悉當前果實主流病害，可進一步針對這些病害做出相對應的防治措施，故本文擬針對主要產區之慣行農法田區進行病害田間調查，收集病果實上的菌株後進行分子鑑定，再以化學合成農藥進行實驗室內敏感測試，以瞭解目前田間菌株對藥劑的感受性。

由於化學合成農藥的速效與使用上的便利性，目前仍被多數慣行栽培果農所採用。正確合理使用藥劑，不過度濫用，可收一定的防治成效。近年來政府積極推行農藥減量及病蟲害整合性管理政策，以番石榴栽培為例，可採行的措施分別為：1.田間衛生: 包括適度的整枝修剪，維持良好日照與通風，清除銷毀田間帶病枝條及落果，減少有害生物在田間的數量；2.種植抗病或耐病品種與使用誘導抗病技術；3.耕作防治，可應用的方法包括：(1)輪作適當作物、(2)依品種特性選擇適合種植的環境、(3)適度灌溉及採行草生栽培、(4)依作物不同生長期合理施用肥料、(5)有害生物監測及管理等；4.物理防治:果實套袋、懸掛黃色黏板及誘蟲燈等；5.生物防治: 例如以有益微生物及拮抗植物進行根瘤線蟲防治；6.必要時施用化學藥劑進行防治。另外也可應用生物技術及費洛蒙進行監測或防治，這些都是可以採行的防治措施。病蟲害整合管理可減少部分化學合成農藥的使用，使環境生態恢復平衡，達到永續經營的目標。

番石榴園果實與無病徵葉片病害調查

自民國108年9月18日至109年9月17日，選定高雄市燕巢區、阿蓮區，台南市南化區、玉井區、楠西區及彰化縣溪州鄉、二水鄉等17處主要產區施行慣行農法果園進行調查。每個果園以逢機調查方式採樣五株番石榴成熟果實 (共15粒)及無病徵葉片 (共15片)，成熟果實以目視病徵的方式調查發病率(%)，目視無法確定之樣本會攜回實驗室做病組織分離確認； 調查無病徵葉片的目的是為了確認是否有潛伏感染的情形，樣本以無菌組織分離技術培養至馬鈴薯瓊脂培養基(potato dextrose agar, PDA)，所長出的菌落主要以形態及孢子特徵初步鑑定至屬名，調查標的為果實主要病害 (黑星病菌、瘡痂病菌及炭疽病菌)之分離率 (%)。

初步調查結果顯示，成熟果實上的病害仍以瘡痂病、黑星病為主，炭疽病則是其次；另外，調查無病徵葉片的潛伏感染菌株，分離結果顯示無病徵葉片的病害以黑星病菌為主，最高分離率可達93.3% (燕巢果園二調查的15片葉有14片分離獲得黑星病菌)，其次是炭疽病菌，再次為瘡痂病菌，僅溪州果園二分離到1菌株 (15片葉僅1片有此菌) (表一)。

果實黑星病、瘡痂病及炭疽病菌株鑑定

菌株代號GPYC11及PPYC3 (皆分離自高雄燕巢珍珠拔罹病果實)，以內轉錄區間 (Internal transcribed spacer, ITS) 1 及 ITS4經由聚合酶鏈鎖反應 (polymerase chain reaction, PCR) 增幅，比對 GenBank序列相似度各達100% (GenBank accession no. MT360030 及OQ626677)，鑑定出GPYC11為黑星病菌 (*Phyllosticta* sp.)；PPYC3為瘡痂病菌 (*Neopestalotiopsis* sp.)；炭疽病菌SYCo3分離自屏東新園水晶拔罹病果實，使用ITS、*GAPDH*、*TUB2*、*CHS-1*及*CAL*基因片段序列進行多基因序列分析[14]，該分離株SYCo3與*Colletotrichum siamense* ICMP 18578 歸於同一演化枝 (bootstrap value 78)，鑑定結果為*C. siamense*[6]。

核准之番石榴殺菌劑室內篩選

以核准之番石榴殺菌劑，進行對黑星病菌 (Isolate GPYC11)、瘡痂病菌 (Isolate PPYC3)及炭疽病菌 (Isolate SYCo3)的平板藥劑篩選試驗。結果顯示，當藥劑濃度在100 ppm時，賽普護汰寧、扶吉胺、克熱淨、鋅錳乃浦及得克利對黑星病、瘡痂病及炭疽病之菌絲生長抑制率皆達85%以上；三氟派瑞、甲基多保淨對黑星病菌絲生長抑制率達90%以上；免得爛對瘡痂病菌絲生長抑制率可達98.4% (表二)，由結果推測賽普護汰寧、扶吉胺、克熱淨、鋅錳乃浦及得克利對番石榴果實常見病害包括黑星病、瘡痂病及炭疽病可能有實際的田間防治潛力，但實際效果仍應經由田間試驗驗證。

結論與展望

施行慣行農法之番石榴果實病害初步田間調查結果顯示，瘡痂病及黑星病是目前番石榴果實上最主要的病害，炭疽病則是其次，黑星病菌[15]、瘡痂病菌[10]及炭疽病菌[7]皆為非常普遍的植物病原或具有潛伏感染能力的內生真菌，植株在一般正常管理且營養正常供給情況下，植物的內生真菌與寄主會和平共存而不表現病徵，且會供給寄主養分與產生特殊的二次代謝產物[13]幫助寄主抵禦不良的環境，但在一些特殊的情況下，植株遭遇環境或生物性逆境[9, 11, 12]，這些內生真菌可能就會轉變成具致病力的病原真菌[8]，筆者以這些危害果實之主要病原真菌種類作為觀察潛伏感染標的，無病徵葉片分離結果顯示，存在番石榴葉片內的主要

菌種為黑星病菌，以這些分離自無病徵葉片的黑星病菌菌株進行成熟果實接種測試，13 株分離株僅 2 株分離株無病原性，其餘自無病徵葉片分離的黑星病菌株皆有不等程度的病原性；另外自罹病果實分離的黑星病菌株，21 株分離株僅 4 株分離株無病原性 (未發表資料)，顯示多數菌株仍具病原性且有潛伏感染特性，故田間的落葉及落果是病原菌重要的感染源，以未清園作為對照組，有清園之處理組番石榴爛果情形大幅降低[4]，因此建議果園帶病原菌之落果需即時清除，以維持果園內部的清潔，修剪下帶病原菌的落葉及落果勿直接棄置於園區內，最好移出園區集中處理，以切斷感染循環。

由果實發病率及葉片分離率調查結果得知，黑星病菌較偏好的棲息部位為葉片及果實，而瘡痂病菌及炭疽病菌較偏好的棲息部位則分別為果實及葉片，此現象可能是由於生態棲位(niches)的交互作用，此作用會受到其他生物族群之間的競爭與環境因子所影響[13]。

根據以上結果，瘡痂病及黑星病是目前番石榴果實上最主要的病害，但黑星病、瘡痂病的核准防治藥劑較少，核准用於黑星病防治的藥劑有62.5%賽普護汰寧水分散性粒劑及50%克收欣水分散性粒劑；瘡痂病核准藥劑只有40%克熱淨可濕性粉劑。根據田間調查結果，以番石榴核准殺菌劑對番石榴果實常見之黑星病、瘡痂病及炭疽病做室內平板篩選，結果顯示當藥劑有效成分濃度在100 ppm時，賽普護汰寧、扶吉胺、得克利、克熱淨及鋅錳乃浦對黑星病、瘡痂病及炭疽病之菌絲生長抑制率可達85%以上，因此未來擬在田間測試這些核准殺菌藥劑，以實際的果實罹病度評估藥劑防治效果，這些篩選的藥劑可提供給農民參考進行病害管理，配合田間清園、適當的修剪與肥培管理等進行整合防治，以降低整體農藥的使用量，並提升番石榴果實病害防治效果。

謝　　辭

本研究承蒙農委會防檢領域科技計畫(109農科-8.4.2-農-C1(1))提供經費，並感謝助理陳冠妏小姐協助試驗進行。

引用文獻

1. 農業統計資料查詢-110年農業統計年報。2021。行政院農業委員會。From https://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/book/Book.aspx (上網日期：2023/3/9)
2. 田邊好幫手-農情查詢。2023。行政院農業委員會。From https://m.coa.gov.tw/(上網日期：2023/3/9)
3. 林正忠、賴秋炫、蔡淑芬。2005。番石榴黑星病。植物保護圖鑑系列 15- 番石榴保護，第75頁。防檢局。台北。205頁。
4. 洪爭坊、謝鴻業、陳振泰、曾于修。2011。番石榴常見病害之管理策略。園藝之友 148: 13-21。
5. 葉士財。2004。番石榴炭疽病、黑星病、煤煙病之發生及其防治藥劑篩選。台中區農業改良場研究彙報 84:63-73。
6. 蔡舜隍、陳冠妏、黃健瑞。2021。台灣南部地區番石榴園炭疽病菌(*Colletotrichum* spp.)多樣性及對殺菌劑之敏感性。台灣農業研究 70(2): 140-156。
7. De Silva, D. D., P. W. Crous, P. K. Ades, K. D. Hyde, and P. W. Taylor. 2017. Life styles of *Colletotrichum* species and implications for plant biosecurity. J. Fungal Biol. Rev. 31:155-168.
8. Fisher, P. J. and O. Petrini. 1992. Fungal saprobes and pathogens as endophytes of rice (*Oryza sativa* L.). New Phytologist 120:137-143.
9. Hyde, K. D. and K. Soytong. 2008. The fungal endophyte dilemma. Fungal Divers. 33:e173.
10. Maharachchikumbura, S. S., L.-D. Guo, E. Chukeatirote, A. H. Bahkali, and K. D. Hyde. 2011. *Pestalotiopsis*—morphology, phylogeny, biochemistry and diversity. J. Fungal Divers. 50:167-187.
11. Petrini, O. 1991. Fungal endophytes of tree leaves, Microbial ecology of leaves. Springer. p. 179-197.
12. Purahong, W. and K. D. Hyde. 2011. Effects of fungal endophytes on grass and non-grass litter decomposition rates. Fungal Divers. 47:1-7.
13. Wang, X., X. Zhang, L. Liu, M. Xiang, W. Wang, X. Sun, Y. Che, L. Guo, G. Liu, and L. Guo. 2015. Genomic and transcriptomic analysis of the endophytic fungus *Pestalotiopsis fici* reveals its lifestyle and high potential for synthesis of natural products. J. BMC genomics 16:1-13.
14. Weir, B. S., P. R. Johnston, and U. Damm. 2012. The *Colletotrichum gloeosporioides* species complex. Stud. Mycol. 73: 115–180.
15. Wikee, S., L. Lombard, P. W. Crous, C. Nakashima, K. Motohashi, E. Chukeatirote, S. A. Alias, E. H. McKenzie, and K. D. Hyde. 2013. *Phyllosticta capitalensis*, a widespread endophyte of plants. J. Fungal Divers. 60:91-105.

ABSTRACT

Investigation of guava fruit disease and fungicide sensitivity

Tsai, S. H.[1], and Hsieh, H. Y.[2]

1. Department of Plant Protection and Utilization, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Branch, TARI, Kaohsiung, Taiwan, ROC.
2. Department of Tropical Fruit Trees, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Branch, TARI, Kaohsiung, Taiwan, ROC.

Guava is a perennial evergreen fruit tree. In recent decades, the continuous introduction of new varieties and improvements in cultivation techniques have made guava one of Taiwan's important fruit tree industries. However, disease problems encountered in the production process of guava have always been one of the limiting factors. The major fungal diseases affecting pomegranate fruit are black spot, scab, anthracnose, Phytophthora fruit rot, and other fruit rot. According to survey results, scab and black spot are still the main diseases affecting mature fruit, followed by anthracnose. Plate assays showed that the mycelial growth inhibition rates of cyprodinil+fludioxonil, fluazinam, iminoctadine, mancozeb, and tebuconazole were all above 85% for black spot, scab, and anthracnose. Approved fungicides can be selected for disease management in the field, and combined with integrated disease management such as field sanitation, the overall use of pesticides can be reduced.

Key words: guava, black spot, scab, anthracnose, fungicides

表一、番石榴主要生產區，黑星病、瘡痂病及炭疽病之發生與潛伏感染調查 (2019/9/18-2020/9/17)

Table 1. Investigation of the occurrence and latent infection of guava black spot, scab, and anthracnose in main production area from September 18, 2019 to September 17, 2020.

Location	No. of orchard	Incidence[z] of fruits			Isolation rate[y] of symptomless leaves		
		Black spot	Scab	Anthracnose	*Phyllosticta* spp.	*Pestalotiopsis* spp.	*Colletotrichum* spp.
Kaohsiung							
Yanchao	1	6.7% (1/15)	0.0% (0/15)	0.0% (0/15)	66.7% (10/15)	0.0% (0/15)	0.0% (0/15)
	2	20.0% (3/15)	0.0% (0/15)	0.0% (0/15)	99.3% (14/15)	0.0% (0/15)	6.7% (1/15)
	3	0.0% (0/15)	6.7% (1/15)	13.3% (2/15)	86.7% (13/15)	0.0% (0/15)	6.7% (1/15)
	4	6.7% (1/15)	20.0% (3/15)	6.7% (1/15)	66.7% (10/15)	0.0% (0/15)	0.0% (0/15)
Alien	1	13.3% (2/15)	13.3% (2/15)	0.0% (0/15)	60.0% (9/15)	0.0% (0/15)	0.0% (0/15)
	2	13.3% (2/15)	0.0% (0/15)	0.0% (0/15)	60.0% (9/15)	0.0% (0/15)	0.0% (0/15)
Tainan							
Nanhua	1	0.0% (0/15)	13.3% (2/15)	0.0% (0/15)	26.7% (4/15)	0.0% (0/15)	13.3% (2/15)
Yujing	1	0.0% (0/15)	6.7% (1/15)	0.0% (0/15)	20.0% (3/15)	0.0% (0/15)	20.0% (3/15)
Nansi	1	0.0% (0/15)	6.7% (1/15)	0.0% (0/15)	60.0% (9/15)	0.0% (0/15)	6.7% (1/15)
Changhua							
Xizhou	1	0.0% (0/15)	0.0% (0/15)	0.0% (0/15)	73.3% (11/15)	0.0% (0/15)	66.7% (10/15)
	2	0.0% (0/15)	6.7% (1/15)	0.0% (0/15)	26.7% (4/15)	6.7% (1/15)	80.0% (12/15)
	3	6.7% (1/15)	20.0% (3/15)	13.3% (2/15)	53.3% (8/15)	0.0% (0/15)	80.0% (12/15)
	4	0.0% (0/15)	13.3% (2/15)	0.0% (0/15)	6.7% (1/15)	0.0% (0/15)	46.7% (7/15)
	5	6.7% (1/15)	6.7% (1/15)	0.0% (0/15)	66.7% (10/15)	0.0% (0/15)	60.0% (9/15)
	6	20.0% (3/15)	13.3%(2/15)	6.7% (1/15)	80.0% (12/15)	0.0% (0/15)	40.0% (6/15)
	7	-	-	-	60.0% (9/15)	0.0% (0/15)	13.3% (2/15)
Ershui	1	-	-	-	33.3% (5/15)	0.0% (0/15)	26.7% (4/15)

[z] Disease incidence = No. of diseased fruits / No. of surveyed fruits × 100%.

[y] Isolation rate = No. of leaves that occurred the aimed fungal colony / No. of surveyed leaves × 100%.

表二、核准之番石榴殺菌劑對黑星病菌(Isolate GPYC11)、瘡痂病菌(Isolate PPYC3)及炭疽病菌(Isolate SYCo3)菌絲生長抑制率(%)的影響

Table 2. Effect of mycelial growth inhibition rate (%) of approved fungicides on guava black spot (Isolate GPYC11), scab (Isolate PPYC3), and anthracnose (Isolate SYCo3).

Fungicides	a.i. (mg/L)[z]	Mycelial growth inhibition rate(%)[y] at 100 a.i. mg/L		
		Phyllosticta sp. Isolate GPYC11	*Neopestalotiopsis* sp. Isolate PPYC3	*Colletotrichum siamense* Isolate SYCo3
Azoxystrobin (25%)	125	16.8±2.9[y]	30.0±4.6	0.0±0.0
Cyprodinil + fludioxonil (62.5%)	416.9	86.8±4.4	100.0±0.0	93.1±0.4
Dithionon (42.2%)	351.5	27.3±10.1	3.3±5.7	0.9±0.9
Fluazinam (39.5%)	197.5	92.9±1.9	95.5±0.7	89.7±0.6
Iminoctadine (40%)	266.8	87.5±1.9	95.7±1.4	100.0±0.0
Kresoxim-methyl (50%)	250	76.3±4.0	7.4±3.3	0.0±0.0
Mancozeb (80%)	2000	98.4±0.9	100.0±0.0	100.0±0.0
Metiram (80%)	1600	12.0±11.9	98.3±1.7	0.0±0.0
Tebuconazole (25.9%)	172.8	99.4±0.6	100.0±0.0	87.2±2.0
Thiabendazole+oxine copper (53%)	441.5	96.3±2.2	92.7±3.1	48.8±0.5
Thiophanate-methyl (70%)	700	95.1±1.4	16.4±10.0	0.0±0.0
Trifloxystrobin+fluopyram(500g/L)	125	94.6±2.2	40.2±1.3	0.0±0.0

[z] Concentration of active ingredient of fungicides approved for guava disease management.

[y] Inhibition rate = [(Mean of mycelial growth diameter of control – Mean of mycelial growth diameter of fungicides treatment)] / Mean of mycelial growth diameter of control ×100%. Mean±standard error (n=4).

芒果園內小黃薊馬與二點小綠葉蟬的取樣計畫

賴信順
高雄市鳳山區　農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所植物保護及園產品加工系

摘　　要

芒果 (*Mangifera indica* L.) 是台灣重要熱帶果樹，小黃薊馬 (*Scirtothrips dorsalis* Hood) 與二點小綠葉蟬 (*Amrasca biguttula* (Ishida)) 是影響產量與果實品質的關鍵害蟲之一。由於這兩種害蟲體型小、善於躲藏且移動快速，因此針對這兩種害蟲建立適合的取樣計畫，以方便農民訂定防治策略。本研究調查期間為 2021 年初至 2022 年底，懸掛黃色黏蟲紙進行調查。結果顯示，芒果園內以黃色黏蟲紙誘得小黃薊馬與二點小綠葉蟬的空間分布皆為聚集型，表示這兩種害蟲在芒果園內的發生存在熱點。若設定精密度為 0.25，且當週平均黃色黏蟲紙誘得小黃薊馬或二點小綠葉蟬數量為 40 隻，則僅需要規律懸掛 10 張黏蟲紙。這樣取樣的結果便具有可信度，減少農民花費在監測上的時間與人力。

關鍵詞：監測、取樣計畫、小黃薊馬、二點小綠葉蟬

緒　　言

芒果 (*Mangifera indica* L.) 為漆樹科 (Anacardiaceae) 的熱帶果樹，根據農業統計年報 (2021) 紀錄國內芒果種植面積為16,369 ha，主要產區為臺南市7,245 ha、屏東縣5,790 ha與高雄市1,940 ha。國內栽培品種以愛文最多，其次是在來種與金煌。其中愛文為國內所列外銷旗艦產品之一(5)。Shih 等人(2012) 指出臺灣芒果共有80種害蟲與6種害蟎可危害芒果，其中約有10種為臺灣芒果產業之重要害蟲與害蟎，包括小黃薊馬 (*Scirtothrips dorsalis* Hood) 與二點小綠葉蟬 (*Amrasca biguttula* (Ishida)) 等，嚴重影響芒果的產量與品質(13)。種植芒果的農民為求果實品質與產量，通常在芒果開花期前就密集噴施殺蟲劑，直到芒果套袋之前，期望能降低小型害蟲的危害，但過度施用藥劑不但增加農藥成本，更可能提高小型害蟲對農藥的抗性，導致害蟲再猖獗的情況發生。為解決芒果害蟲在防治

上的問題，Chang等人 (2010) 以有害生物綜合管理 (Integrated pest management, IPM) 的原則，訂定芒果害蟲防治策略，包括監測、清園、套袋與合理用藥等[4]。國內芒果常見害蟲的監測作業，Lin等人 (2010) 建議於芒果園中逢機懸掛20張黃色黏蟲紙監測小黃薊馬的發生密度[8]。Shih等人 (2010) 指出以黃色黏蟲紙上的芒果葉蟬類監測數量具有反應出防治時機的實際價值[12]，但並無估算懸掛多少張黃色黏蟲紙才具有取樣可信度。另一方面，執行害蟲取樣計畫需要花費大量時間與人力，若能整合芒果園內小黃薊馬與二點小綠葉蟬的取樣計畫，將能減少農民同時監測兩種害蟲的工作量。本研究擬利用黃色黏蟲紙同時建立完整的芒果園內小黃薊馬與二點小綠葉蟬取樣計畫，以供農民田間執行監測工作的參考。

取樣計畫的重要性

有害生物綜合管理 (IPM) 是一套有害生物管理系統，其目標是綜合所有符合經濟、生態與毒理學要求，且優先考慮自然控制的有害生物管理技術，以減少有害生物的數量，並且將其維持在經濟損害之下，同時促進減少化學農藥的使用 ，以降低對環境與人類健康的風險[6]。在田間IPM實務操作上，則可分為預防、監測和治療三個面向。於作物種植前對有害生物發生進行預防，包括作物輪作、種植具抗性的品種、間作、溫網室阻隔或土壤處理等耕作防治；監測的目的在於作為不同數量的有害生物危害時訂定合適治療決策的依據；而治療則是在有害生物發生後所採取的防治措施，包括機械防治、物理防治、生物防治與化學防治等。監測害蟲在田間的實際數量是費時且費工的作業，實際執行上有其困難度，因此需要藉由取樣來評估目前田間害蟲的發生情形，以決策治療技術何時使用，以及使用後是否有將害蟲族群維持於經濟損失水平之下[3]。好的害蟲取樣計畫 (sampling plan) 能於早期發現害蟲且持續監測其族群變動[1,7]。一般而言，一個標準化的取樣計畫須包括取樣單位、取樣技術與固定數量的樣本[14]。利用黏蟲紙作為監測工具的好處在於不會造成植物損傷，但是缺點在於黏蟲紙上的害蟲數量僅能代表調查時間內的成蟲數量，因此僅適合作為監測害蟲入侵與防治技術施用時機的指標[2]。

芒果園內小黃薊馬取樣計畫

分別於2021年1月底至11月初及2021年12月初至2022年10月底在屏東縣枋寮鄉的愛文芒果園區進行兩次全年度試驗，全區共144棵芒果樹，分8行種植，隔行懸掛黃色黏蟲紙，每行則是隔1棵懸掛黃色黏蟲紙，全區共懸掛32張黏蟲紙。每週回收且計算黏蟲紙上的小黃薊馬數量。在第一年39次調查與第二年46次調查中，兩年每次調查黏蟲紙上小黃薊馬成蟲數量的變異數 (variance) 與平均值 (mean) 的比值皆大於1，表示以黃色黏蟲紙調查小黃薊馬成蟲的數量在芒果園內屬於聚集型。利用平均擠度 (mean crowding) 分析第一年39次與第二年46次的調查數據，亦顯示利用黃色黏蟲紙誘得小黃薊馬成蟲於芒果園內為聚集型。將第一年39次調查與第二年46次調查的數據分別以Iwao氏平均擠度迴歸分析，兩個年度所得迴歸方程式的R^2值為0.97與0.99，其斜率分別為1.33與1.60 (圖一)。分別以Taylor氏power law迴歸分析，兩個年度所得迴歸方程式的R^2值為0.94與0.95，其斜率為1.61與1.83 (圖二)。四個迴歸方程式的斜率都大於1，表示在芒果園內以黃色黏蟲紙誘得小黃薊馬成蟲為聚集分布。若以Lin等人 (2010) 當週平均黏蟲紙誘得20隻小黃薊馬成蟲，精密度為0.2的條件[8]，分別估算2021年與2022年芒果園所需懸掛黃色黏蟲紙的數量。以Iwao氏平均擠度迴歸方程式估算分別為為13張與16張黃色黏蟲紙，而以Taylor氏power law迴歸方程式估算亦需要13張和16張黃色黏蟲紙一，此與Lin等人 (2010) 的估算結果相符。

依Lin等人(2010) 設定芒果園內小黃薊馬的防治基準為40隻/黏板/週[8]，若精密度為0.25時，Iwao氏平均擠度迴歸方程式和Taylor氏power law迴歸方程式所估算皆為懸掛10張黃色黏蟲紙，其所誘得的小黃薊馬成蟲數量即具有可信度。因此擬訂芒果園內小黃薊馬的取樣計畫為以黃色黏蟲紙為監測工具，於芒果園區規律懸掛10張，每週回收黃色黏板計算蟲數，若黃色黏蟲紙上的小黃薊馬成蟲平均數量大約40隻時，即應開始進行小黃薊馬的防治工作。

芒果園內二點小綠葉蟬取樣計畫

與小黃薊馬於同一時間與田區進行試驗。在第一年39次調查與第二年46次調查中，第一年共有38次調查黏蟲紙上二點小綠葉蟬成蟲數量的變異數 (variance) 與平均值 (mean) 的比值大於1，但第二年46次調查的比值皆大於1，表示以黃色黏蟲紙調查二點小綠葉蟬的數量在芒果園內屬於聚集型。利用平均擠度 (mean

crowding) 分析第一年39次的調查數據，亦顯示有38次分析利用黃色黏蟲紙誘得二點小綠葉蟬成蟲於芒果園內為聚集型，但第二年46次調查則皆顯示為聚集型。將第一年39次調查與第二年46次調查的數據分別以Iwao氏平均擠度迴歸分析，所得迴歸方程式的R^2值為0.99與0.90，其斜率分別為1.32與1.28 (圖三)。分別以Taylor氏power law迴歸分析，所得迴歸方程式的R^2值為0.98與0.94，其斜率則分別為1.71與1.73 (圖四)。四個迴歸方程是的斜率都大於1，表示在芒果園內以黃色黏蟲紙誘得二點小綠葉蟬成蟲為聚集分布。若假設以當週平均黏蟲紙誘得40隻二點小綠葉蟬成蟲，精密度為0.25的條件，分別估算2021年和2022年於芒果園所需懸掛黃色黏蟲紙的數量。以Iwao氏平均擠度迴歸方程式估算分別為7張與9張黃色黏蟲紙，而以Taylor氏power law迴歸方程式估算則分別需要8張和9張黃色黏蟲紙。

由於目前並無利用黃色黏蟲紙所建立二點小綠葉蟬的防治基準，筆者依田間觀察假設二點小綠葉蟬的防治基準為40隻/黏板/週，因此擬定芒果園內二點小綠葉蟬的取樣計畫為以黃色黏蟲紙為監測工具，於芒果園區規律懸掛9張，每週回收黃色黏板計算蟲數，若黃色黏蟲紙上的二點小綠葉蟬成蟲平均數量大約40隻時，即應開始進行二點小綠葉蟬的防治工作。

結論與展望

監測需要完整的取樣計畫才能讓農民在田間實際執行，並且可以依所得結果決定是否採取防治工作，進而決定選擇該採取哪一種防治技術，而非以預防為名的週期性噴施化學農藥。一個能被農民採用的取樣計畫須具有成本效益、時間效率、對使用者友善與準確度等特性[9,16]。本次長達兩年的調查中，發現小黃薊馬與二點小綠葉蟬在芒果園內為聚集型分布，表示這兩種害蟲在芒果園內的發生是有熱點 (hotspots) 的存在，藉由黃色黏蟲紙可以知道熱點的位置，進而可以針對該處加強防治工作，減少化學農藥的施用。雖然懸掛愈多黏蟲紙愈能精準估算害蟲的發生程度，但是懸掛黏蟲紙與辨識計算黏蟲紙上的蟲數是件費時且費工的工作，但是懸掛過少的黏蟲紙，所取得的樣本可能不具有精準度，而無法作為決策的依據。綜合本研究以黃色黏蟲紙誘集小黃薊馬與二點小綠葉蟬成蟲的結果，在144棵芒果的園區只需要規律懸掛10張黃色黏蟲紙即可具有一定的精準度，方便決策該採取何種防治技術，並能評估防治技術是否有達到預期的效果。

黃色黏蟲紙運用於取樣上有其不足之處，其僅能誘得成蟲，無法知道其他齡期的數量。並且成蟲的飛翔行為除了受到溫度、濕度或光照等環境因子的影響

外，個體的發育情形與黏蟲紙的誘引能力也會造成影響，因此防治基準會採取較低的數量以避免錯過防治時機[10,15]。在取樣計畫的推動上，辨識且計算黏蟲紙上的害蟲數量一直都是較高的技術門檻，目前國內已有開發微型害蟲智慧影像辨識及分析系統[11]。預期將能節省農民在害蟲辨識與計算數量上的時間與人力，方便農民以取樣計畫去做防治決策，以達到化學農藥減量的目標。

引用文獻

1. Abdullah, Z. S., B. P. Greenfield, K. J. Ficken, J. W. Taylor, M. Wood, and T. M. Butt. 2015. A new attractant for monitoring western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* in protected crops. SpringerPlus 4:89. doi:10.1186/s40064-015-0864-3
2. Allan, S. A. and J. L. Gillett-Kaufman. 2018. Attraction of thrips (Thysanoptera) to colored sticky traps in a Florida olive grove. Fla. Entomol. 101:61–68. doi:10.1653/024.101.0112
3. Binns, M. R., and J. P. Nyrop. 1992. Sampling insect population for the purpose of IPM decision making. Annu. Rev. Entomol. 37: 427-453.
4. Chang, R. J., P. L. Chen, and A. L. Chiou. 2010. The important pests of mango and their control strategies in Taiwan. p. 1-10. *in*: Proceedings of the symposium on production and pest management of mango. Special publication of TARI No.146. Taiwan Agric. Res. Inst. Publ., Taichung. 107pp. (in Chinese with English abstract).
5. Chiou, K. D., and W. L. Lee. 2012. Mango breeding in Taiwan. p. 9-18. *in*: Proceedings of the symposium on mango industry development in Taiwan. Special publication of TARI No.168. Taiwan Agric. Res. Inst. Publ., Taichung. 98pp. (in Chinese with English abstract).
6. Deguine, J. P., J. N. Aubertot, R. J. Flor, F. Lescourret, K. A. G. Wyckhuys, and A. Ratnadas. 2021. Integrated pest management: good intentions, hard realities. A review. Agron. Sustain. Dev. 41: 38. doi.org/10.1007/s13593-021-00689-w
7. Espinoza, K., D. L. Valera, J. A. Torres, A. López, and F. D. Molina-Aiz. 2016. Combination of image processing and artificial neural networks as a novel approach for the identification of *Bemisia tabaci* and *Frankliniella occidentalis*

on sticky traps in greenhouse agriculture. Comput. Electron. Agric. 127:495–505. doi:10.1016/j.compag.2016.07.008

8. Lin, F. C., Y. C. Chiu, H. T. Shih, and C. L. Wang.2010. Monitoring and integrated management of small insect pest on mango. p. 99-107. *in*: Proceedings of the symposium on production and pest management of mango. Special publication of TARI No.146. Taiwan Agric. Res. Inst. Publ., Taichung. 107pp. (in Chinese with English abstract).
9. Nansen, C., W. G. Meikle, J. Campbell, T. W. Phillips, and B. Subramanyam. 2008. A binomial and species-independent approach to trap capture analysis of flying insects. J. Econ. Entomol. 101:1719–1728. doi:10.1603/0022-0493-101.6.1719
10. Pinto-Zevallos, D. M., and I. Vänninen. 2013. Yellow sticky traps for decision-making in whitefly management: What has been achieved?. Crop Prot. 47: 74-84.
11. Rustia, D. J. A., C. E. Lin, J. Y. Chung, Y. J. Zhuang, J. C. Hsu, and T. T. Lin. 2020. Application of an image and environmental sensor network for automated greenhouse insect pest monitoring. J. Asia Pac. Entomol. 23: 17-28. doi.org/10.1016/j.aspen.2019.11.006
12. Shih, H. T. Y. C. Chou, F. C. Lin, and C. L. Wang. 2010. The ecology and management of mango leafhopper in the world. p. 55-70. *in*: Proceedings of the symposium on production and pest management of mango. Special publication of TARI No.146. Taiwan Agric. Res. Inst. Publ., Taichung. 107pp. (in Chinese with English abstract).
13. Shih, H. T., Y. C. Chou, F. C. Lin, C. Y. Lee, H. H. Hao, M. Y. Lin, K. D. Chiou, and C. L. Wang. 2012. Integrated pest management for major insect pests of mango production in Taiwan. . p. 51-62. *in*: Proceedings of the symposium on mango industry development in Taiwan. Special publication of TARI No.168. Taiwan Agric. Res. Inst. Publ., Taichung. 98pp. (in Chinese with English abstract).
14. Silva, A. R., N. Rodrigues-Silva, P. S. Pereira, R. A. Sarmento, T. L. Costa, T. V. S. Galdino, and M. C. Picanço. 2017. Sampling plans for the thrips *Frankliniella schultzei* (Thysanoptera: Thripidae) in three lettuce varieties. J. Econ. Entomol. 110:2490–2496. doi:10.1093/jee/tox288

15. Steiner, M. Y., and S. Goodwin. 2005. Management of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae), in hydroponic strawberry crops: Using yellow sticky traps to determine action thresholds. Aust. J. Entomol. 44:288–292. doi:10.1111/j.1440-6055.2005.00466.x
16. Ugine, T. A., J. P. Sanderson, S. P. Wraight, L. Shipp, K. Wang, and J. P. Nyrop. 2011. Binomial sampling of western flower thrips infesting flowering greenhouse crops using incidence-mean models. Environ. Entomol. 40:381–390. doi:10.1603/EN10085

ABSTRACT

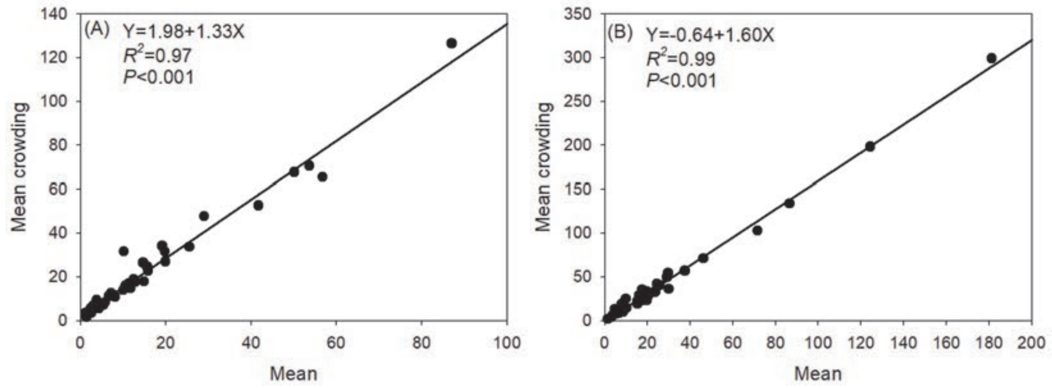
Sampling plan for chill thrips and okra leafhoppers in a mango orchard

Lai, H. S.[1]

1. Department of Plant Protection and Utilization, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Branch, TARI, Kaohsiung, Taiwan, ROC.

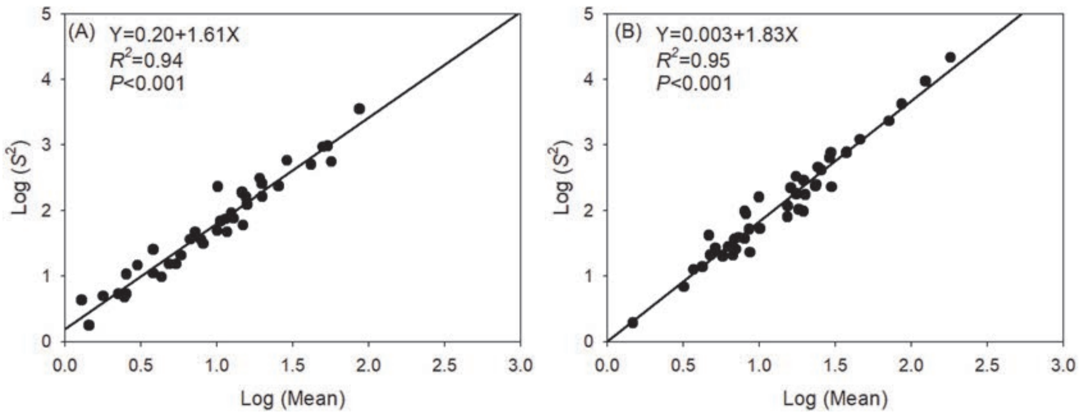
Mango (*Mangifera indica* L.) is an important tropical fruit tree in Taiwan. Chill thrips (*Scirtothrips dorsalis* Hood) and okra leafhoppers (*Amrasca biguttula* (Ishida)) are among the key pests that affect the yield and fruit quality of mangoes. These two pests are small in size, good at hiding, and fast movement. Therefore, it is important to establish appropriate sampling plans for these two pests to help farmers in developing pest control strategies. This study was conducted from early 2021 to the end of 2022, using yellow sticky traps for sampling. The results showed that the spatial distribution of chill thrips and okra leafhoppers were attracted and aggregated by the yellow sticky traps in the mango orchard and indicating the existence of hotspots for these two pests. If the precision is 0.25 and the weekly average number of chill thrips or okra leafhoppers attracted by the yellow sticky traps is 40, only 10 sticky traps need to be regularly hung. The results of the sampling plan are reliable and reduce the time and labor spent by farmers on monitoring.

Key words: monitoring, sampling plan, chill thrips, okra leafhoppers.



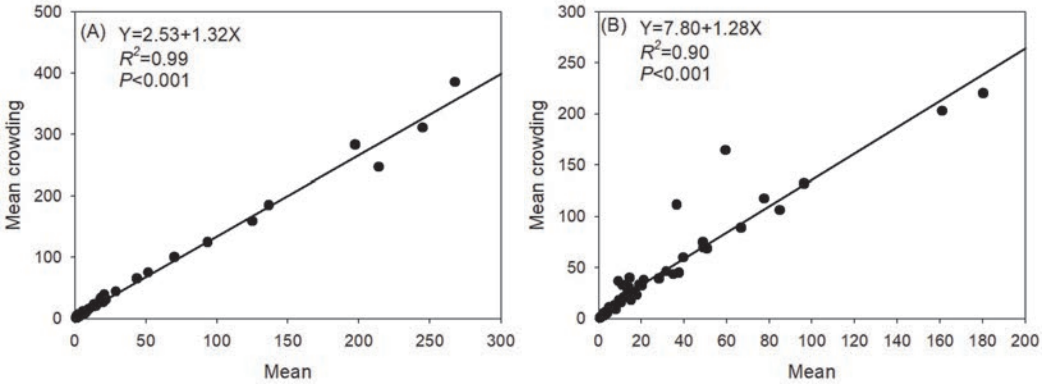
圖一、小黃薊馬在芒果園內之平均密度與平均擠度之Iwao's patchiness迴歸。(A: 2021年、B: 2022年)

Fig. 1. Iwao's patchiness regression between the mean of *Scirtothrips dorsalis* and mean crowding in the mango orchard. (A:2021, B:2022)



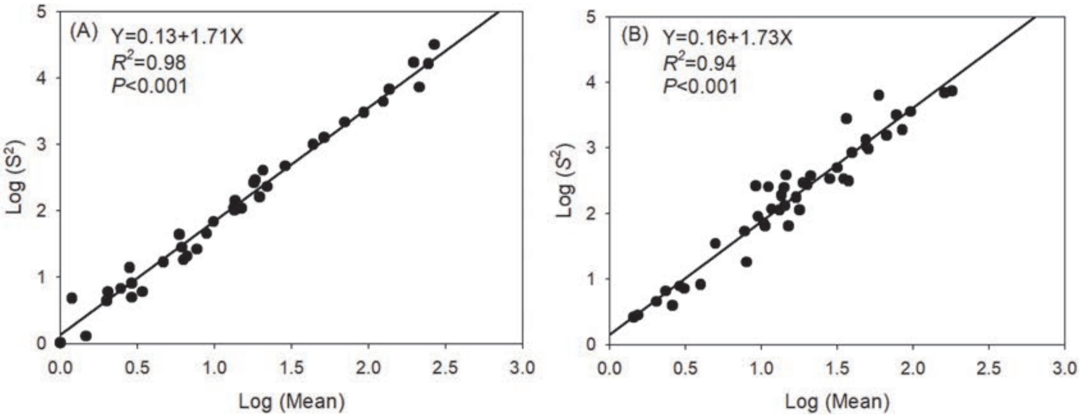
圖二、小黃薊馬在芒果園內之Taylor's power law迴歸。(A: 2021年、B: 2022年)

Fig. 2. Taylor's power law regression of *Scirtothrips dorsalis* in the mango orchard. (A:2021, B:2022)



圖三、二點小綠葉蟬在芒果園內之平均密度與平均擠度之Iwao's patchiness迴歸。(A: 2021年、B: 2022年)

Fig. 3. Iwao's patchiness regression between the mean of *Amrasca biguttula* and mean crowding in the mango orchard. (A:2021, B:2022)



圖四、二點小綠葉蟬在芒果園內之Taylor's power law迴歸。(A: 2021年、B: 2022年)

Fig. 4. Taylor's power law regression of *Amrasca biguttula* in the mango orchard. (A:2021, B:2022)

芥藍抗黑腐病品系篩選

羅惠齡[1]、王三太[2]、許秀惠[3]

1. 高雄市鳳山區 農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所蔬菜系
2. 高雄市鳳山區 農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所蔬菜系
3. 高雄市鳳山區 農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所前植物保護系

摘　要

黑腐病是國際上重要的十字花科細菌病害，由 *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* 所引起的黑腐病有 11 個生理小種，其中以生理小種 1 與 4 最為重要。本研究以 12 個芥藍雜交品系進行抗十字花科黑腐病之苗期篩選，並選出 2 個可兼耐黑腐病生理小種 1 與 4 之芥藍雜交品系。芥 F 自交系在抗黑腐病組合力評估，呈現較佳的一般組合力。選獲優良之自交系，可供後續芥藍抗黑腐病雜交親本之利用。9 個芥藍雜交組合成株田間黑腐病自然發病試驗，在二個地區黑腐病罹病度均在 30%以下，其中以編號 21-522 與 21-524 表現較好，田間黑腐病罹病度均在 10 %以下，成株田間自然發病與苗期人工接種試驗結果一致。選獲優良耐黑腐病之雜交組合，具有優良園藝性狀及產量高的特性，可進一步推廣利用。

關鍵詞：芥藍、黑腐病、選育

前　言

芥藍 (*Brassica oleracea* var. *alboglabra*) 別名芥藍菜、格蘭菜，為十字花科蕓薹屬 (*Brassica*) 一、二年生草本植物，原產於中國南部和東南亞一帶，為國內十字花科重要葉菜類蔬菜之一。根據 2022 年農情報告資源網 (http://agr.afa.gov.tw/afa/afa_frame.jsp) 資料，臺灣全年栽培面積約 1,299 ha，年產量約 2 萬 4 千公噸，主要集中在雲林縣 1,024 ha；其次為新北市 67 ha 及台南市 42 ha。由於芥藍的風土環境適應性廣及生長迅速特性，具有發展成為夏季替代性蔬菜和風災後高溫環境下復耕作物的潛力，並可適時調節消費市場供需之用 (Lin *et al.* 2010) 。黑腐病為國際重要的十字花科細菌性病害，經常導致嚴重的經濟損失 (Leu *et al.* 2010) 。目前已發表的報告說明黑腐病有 11 個生理小種，其中以生理小種 1 與 4 為最重要 (Cruz *et al.* 2017) 。十字花科蔬菜幼苗、全株、子葉、莖或葉部皆可受危害，病原菌由葉片外緣水孔侵入，最初葉緣出現褪綠病斑，

漸漸發展為黃色典型“V”字病斑，在葉脈處呈現黑色或褐色病徵 (Vicente *et al.* 2007) 。黑腐病病原菌可殘存於種子、土壤或植株殘體中，於播種後再直接感染植株，田間病株可藉雨水或昆蟲傳播，也可藉農具及灌溉水散佈病原菌 (Fei *et al.* 2010) 。芥藍夏季栽培容易因高溫造成生育期長與產量低的問題 (Lo *et al.* 2021)，且芥藍黑腐病容易在高溫多濕的梅雨季節發生，會影響葉片外觀品質，降低商品售價。芥藍為短期葉菜類，施用化學藥劑防治容易有農藥殘留的問題，因此根本解決之道為選育出耐黑腐病的品種。本試驗以選育出耐病及園藝性狀較佳的自交系進行全互交，評估雜交品系的抗病性及園藝性狀表現，以期選育出優良雜交組合。一般組合力 (general combining ability, GCA) 為一個自交系與其他品系雜交後裔的平均表現稱之。本文以雜交 F_1 之發病指數 (disease index) 來估算，發病指數較低者，表示其組合力較高。本試驗為蔬菜系與植保系合作，前期試驗已篩選出兼抗黑腐病生理小種 1 與 4 的芥藍品系 S_7-F_8 世代，在這些具抗性潛力的品系中，以具有自交不親和性品系為母本，另以具有優良性狀及花粉含量高的自交系為父本進行雜交，利用這些芥藍雜交組合，進行一般組合力評估，期望選育出抗病芥藍新品種。

材料與方法

一、試驗材料

抗十字花科黑腐病之 4 個芥藍自交系全互交，共 12 個芥藍雜交品系為供試植株，‘綠寶’芥藍為抗黑腐病生理小種 1,4 的對照品種及‘翠津’為感病對照品種，所有供試植株均栽種於 128 孔穴的育苗盤中，每個品系 2 重複，每重複 8 株。3 週苗齡植株進行人工接種黑腐病菌生理小種 1、生理小種 4 及 1,4 混菌。

二、試驗方法

1. 接種源製備及接種方法

以十字花科蔬菜黑腐病菌生理小種 1 及 4 供試菌株分別培養於 PDA 培養基上，放置於 30 °C 培養箱培養二天，以分光光譜儀 (spectrophotometer, Bausch & Lomb) 測定吸光值 A620 為 0.35，相當於 10^8 CFU/mL 之懸浮液作為接種源。以噴灑 (spraying) 接種至 3 週苗齡芥藍植株上，接種後套上黑色塑膠袋並噴水保濕，放置於 28 ℃定溫箱中，24 小時後除去塑膠袋，供試植株繼續放置定溫箱中，溫度設定為日溫 28 ℃、夜溫 25 ℃，濕度範圍 70~85 %，每週觀察記錄病徵發展情形。

2. 抗病性評估方法

發病等級依病斑面積計算共分五個等級，0 代表無病斑，1 代表病斑面積低於 1/4 葉面積者，2 代表病斑面積介於 1/4 ~ 1/2 葉面積者，3 代表病斑

面積介於 1/2-3/4 葉面積者，4 代表病斑面積大於 3/4 葉面積者。再以下列公式換算發病指數(disease index)。

發病指數＝｛(N0×0+N1×1+N2×2+N3×3+N4×4) / [(N0+N1+N2+N3+N4)×4]}×100%

其中 N0、N1、N2、N3、N4 分別代表 0、1、2、3、4 發病等級的株數。發病指數為 0-25 %判定為抗病 (resistant, R) ，於 25-50 %判定為中抗病 (moderate resistant, MR) ，50-75 %判定為感病 (susceptible, S) ，75-100 %判定為極感病 (highly susceptible, HS) 。

3. 組合力評估

以人工接種黑腐病菌後第 3 週，兩個重複的發病指數平均值做為一般組合力估算的依據，以 12 個雜交組合平均發病指數的平均值為總平均值，與個別當父本或母本與其他 3 個親本雜交發病指數平均值差距為一般組合力 (GCA) 。

在田間抗病性評估方面，9 個芥藍雜交品系分別於彰化縣埤頭鄉的有機田及本分所南區菜園進行試驗，以‘永春’為抗黑腐病生理小種 1,4 的對照品種及‘芥藍心 174’為感病對照品種，於定植後第 6 週調查田間植株發病情形並評估芥藍黑腐病發病指數。

4. 雜交品系園藝性狀及產量評估

經抗病篩選後的芥藍雜交品系分別定植於彰化埤頭的有機田及本分所南區菜園，每個雜交品系三重複，每重複 10 株，於種植後第 6 週進行植株園藝性狀調查包括單株重、株高、展幅、葉長、葉寬、葉片數、莖徑及產量評估。

結果與討論

雜交品系抗病性評估

從 109 年度試驗中，選獲 4 個優良耐黑腐病芥藍品系進行全互交，獲得 12 個芥藍雜交品系，於 3 週苗齡時分別接種黑腐病生理小種 1、4 及 1 與 4 混菌，並調查雜交品系的抗耐性，試驗結果如表 1 所示。在接種黑腐病生理小種 1 方面，第一週發病指數介於 16.1-53.8 %，第二週發病指數介於 37.5-51.8 %，第三週發病指數介於 42.2-91.1 %。在接種黑腐病生理 4 小種方面，第一週發病指數介於 15.0-50.0 %，第二週發病指數介於 23.4-69.2 %，第三週發病指數介於 26.6-90.0 %。在接種黑腐病生理小種 1 與 4 混菌方面，第一週發病指數介於 15.6-51.7 %，第二週發病指數介於 26.7-60.7 %，第三週發病指數介於 16.7-90.6 %。隨著接種後週數增加，芥藍雜交品系平均發病指數也有增加的情形。接種黑腐病生理小種 1、4 及 1 與 4 混菌後第 1 週，大部分芥藍雜交組合發病指數都在 50 %以下，

植株平均發病指數都非常輕微。接種黑腐病後第 2 週，芥藍雜交品系平均發病指數略為增加，除了編號 21-515 與 21-516 平均發病指數大於 50%以上，其餘芥藍雜交組合發病指數都在 50 %以下。接種黑腐病後第 3 週，芥藍雜交品系平均發病指數達到最高峰，尤其是以接種黑腐病生理小種 1 最為嚴重；除了編號 21-522 及 21-525 發病指數在 50%以下，其餘雜交組合發病指數都在 50%以上。其次為接種黑腐病生理小種 4 及生理小種 1 與 4 混菌，除了編號 21-518、21-519、21-522、21-523、21-524 及 21-525 平均發病指數在 50%以下，其餘雜交組合發病指數都在 50%以上。選獲編號 21-522 對黑腐病生理小種 1、4 及生理小種 1 與 4 混菌接菌後罹病度分別為 43.8、37.5 及 37.5%；編號 21-525 對黑腐病生理小種 1、4 及生理小種 1 與 4 混菌接菌後罹病度分別為 42.2、31.3 及 16.7%。試驗結果顯示編號 21-522 及 21-525 芥藍雜交品系對黑腐病生理小種 1 與 4 兼具有耐病性。編號 21-522 及 21-525 接種生理小種 1 與 4 混菌後，發病指數均較單獨接種黑腐病生理小種 1、4 為低，推測可能是兩個生理小種病菌會相互拮抗作用，而使植物發病指數降低，或是使發病時程延長，詳細原因有待進一步試驗研究。

許多研究結果指出，由 *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* 所引起的黑腐病有 11 個生理小種，其中以生理小種 1 與 4 最為重要，因此本試驗以接種黑腐病生理小種 1、4 及 1 與 4 混菌進行評估。12 個芥藍雜交品系接種黑腐病菌後 1-3 週調查平均發病指數，試驗結果顯示，接種黑腐病後第 1 週植株平均發病指數都非常輕微，隨著接種後週數增加，芥藍雜交品系平均發病指數也有增加的情形，接種黑腐病後第 3 週，大部分芥藍雜交品系平均發病指數達到最高。以往耐病的雜交品系接種黑腐病後第 3 週，雖然平均發病指數達到最高，但接種後第 4 週平均發病指數反而有降低的情形。推測因下位葉黃化、萎凋部分已經落葉，新葉長出為綠色葉片，沒有黑腐病病徵，植株已恢復生機趨於穩定，因此本試驗採用接種後第 3 週資料較為可信。

雜交品系組合力評估

選獲 4 個優良耐黑腐病芥藍品系進行全互交，獲得 12 個芥藍雜交品系並進行黑腐病抗性的一般組合力評估。在黑腐病生理小種 1 的抗性表現上，以芥 F 自交系當母本有較佳的一般組合力為-14.3；以芥 F 自交系為父本有較佳的一般組合力為-7.4 (表 2) ；在黑腐病生理小種 4 的抗性表現上，以芥 E 自交系當母本有較佳的一般組合力為-11.5；以芥 F 自交系為父本有較佳的一般組合力為-12.2 (表 3) ；在黑腐病生理小種 1 與 4 混菌的抗性表現上，以芥 F 自交系當母本有較佳的一般組合力為-22.1；以芥 E 自交系為父本有較佳的一般組合力為-6.5 (表 4) 。

9 個芥藍雜交品系田間自然發病試驗結果如表 5 所示。二個地區芥藍雜交品系田間黑腐病自然發病的發病指數均在 30 %以下，顯示田間黑腐病發病情形非常輕微。其中以編號 21-518、21-522、21-524 與 21-525 表現較好，在二個地區田間黑腐病發病指數均在 10 %以下，成株田間自然發病與苗期人工接種試驗抗病性結果一致。學者研究接種黑腐病生理小種 1 對甘藍幼苗與成株的生物量生產

的影響，試驗結果顯示，黑腐病的感染會降低幼苗地上部的生物量和光合作用，並改變植株的含水百分比。當接種的成株定植於田間時，未檢測到對葉片或可銷售產品的生物量有影響，這可能是由於成株與幼苗相比具有更好的抗性反應(Carmen *et al*., 2021) 。本試驗二個地區芥藍田間發病指數均較人工接種發病指數為低，推測可能是成株較幼苗對黑腐病菌有更好的抗性。

雜交品系園藝性狀及產量評估

7 個芥藍雜交品系園藝性狀及產量評估結果如表 6 所示。單株重方面以 21-524 較重為 96.3 g，其次為 21-522 之 77.3 g；株高方面以 21-516 較高為 29.0 cm，其次為 21-533 之 25.7 cm；展幅方面以 21-514 較小為 21.9 cm，其次為 21-525 之 22.8 cm；葉長方面以 21-524 較長為 17.1 cm，其次為 21-522 之 16.4 cm；葉寬方面以 21-522 較寬為 16.7 cm，其次為 21-516 之 16.0 cm；葉片數方面以 21-522 較多為 8.8 片，其次為 21-516 之 6.8 片；莖徑方面以 21-522 莖較粗為 19.2 mm，其次為 21-533 之 16.0 mm；產量方面以 21-524 較高為 424.5 Kg / ha^{-1}，其次為 21-516 之 334.4 Kg / ha^{-1}。由試驗結果得知，21-522 在葉寬、葉片數及莖徑等性狀較佳，21-524 在單株重、葉長及產量等性狀較佳。初步篩選出 21-522 與 21-524 具有株型直立、葉片大、葉色濃綠、莖較粗及產量高的特性，是兼具耐黑腐病與優良性狀的雜交品系。

結　語

芥藍黑腐病為十字花科細菌性病害，夏季高溫多濕容易發生，葉菜類生育期短，為了消費者食用安全，希望能降低化學農藥的施用，因此根本解決之道為選育出抗黑腐病芥藍品種。本試驗利用芥藍雜交品系苗期人工接種黑腐病生理小種 1、4 及 1,4 混菌，並與田間自然發病結果進行抗病性評估，試驗結果為苗期人工接種與田間自然發病結果一致。芥藍雜交品系園藝性狀及產量評估方面，初步篩選出 21-522 與 21-524 具有耐黑腐病、園藝性狀佳及產量高的特性，值得進一步推廣利用。

引用文獻

1. Fei W. Q., Y. Q. Wang, F. X. Chen, X. M. Lin, and Y. H. Li. 2010. Plant protection manual. Agricultural Report Resource Network. Taichung. 963 pp. doi: ISBN 978-986-02-2562-4.
2. Carmen V. Á., M. Francisco and P. Soengas. Black rot disease decreases young *Brassica oleracea* plants' biomass but has no effect in adult plants. 2021. Agronomy 11(3):565- 569.
3. Council of Agriculture, Executive Yuan 2021 Agricultural Report Resource Network http://agr.afa.gov.tw/afa/afa_frame.jsp.
4. Cruz, J., R. Tenreiro, and L. Cruz. 2017. Assessment of diversity of *Xanthomonas campestris* pathovars affecting cruciferous plants in Portugal and disclosure of two novel *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* races. J. Plant Pathol. 99(2):403-414.
5. Gupta M., A. Vikram, and N. Bharat. 2013. Black rot-A devastating disease of rucifers: A review. Agri. Reviews. 34(4):269-278.
6. Leu, Y. S., Deng, W. L., Yang, W. S., Wu, Y. F., Cheng, A. S., Hsu, S. T. and K. C. Tzeng, 2010. Multiplex polymerase chain reaction for simultaneous detection of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* and *X. campestris* pv. *raphani*. Plant Pathology Bulletin 19: 137-147.
7. Lin, C. Y., H. L. Lo, Z. N. Lin, S. T. Wang, and G. Y. Hong. 2010. Breeding for heat tolerance and early of Chinese kale. Harvest 60:26–28.
8. Lo, H. L., C. Y. Lin, S. T. Wang, and C. Y. Hong. 2021. New hybrid of Chinese kale'Fengshan No. 1' for edible leaves. J. Taiwan Agric. Res. 70(4):243–252. doi: 10.6156/JTAR.202112_70(4).0002
9. Hseu S. H., Y. J. Tseng and S. T. Wang. 2017. Evaluation of cabbage varieties for Resistance to Race 1 or Race 4 of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. SEED & NURSERY 19(2): 1-13.
10. Vicente J. G., J. Conway, S. J. Roberts and J. D. Taylor. 2007. Identification and origin of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* races and related pathovars. Plant J. 12:21-29.

ABSTRACT

Selection of Chinese kale varieties for resistant to black rot

Hui-Ling Lo[1], San-Tai Wang[2], and Shiow-Huey Hseu[3]

1. Department of Vegetables, Fengshan Tropical Horticulture Experiment Branch, TARI, Kaohsiung, Taiwan, ROC.
2. Department of Vegetables, Fengshan Tropical Horticulture Experiment Branch, TARI, Kaohsiung, Taiwan, ROC.
3. Department of Plant Protection, Fengshan Tropical Horticulture Experimental Branch, TARI, Kaohsiung, Taiwan, ROC.

Black rot is an internationally important cruciferous bacterial disease. There are eleven physiological races in published reports, among which races 1 and 4 are the most important. The twelve hybrid lines of Chinese kale had been inoculate with *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* race 1 and 4 on seedling stage. Two Chinese kale hybrid lines had been selected with tolerant of black rot race 1 and 4. The Chinese kale inbred line F showed better general combing ability (GCA) on resistant black rot. Excellent inbred lines have been selected, which can be used as hybrid parents of Chinese kale for resistance to black rot. Nine Chinese kale hybrids lines were tested on the natural incidence of black rot in the field, and the disease index of black rot was below 30 %. Hybrid lines of 21-522 and 21-524 performed better. The disease index of black rot was below 10 %, and the test results of the adult plant and seedling stage were consistent. Excellent horticultural traits and high yield characteristics combination with excellent resistance to black rot were selected, which could be utilized in the further.

Key words: Chinese kale, black rot, breeding

表 1、芥藍雜交品系接種黑腐病生理小種 1、4 及 1 與 4 混菌後 1~3 週平均發病指數

Table 1. The average disease index (DI) of Chinese kale hybrid lines inoculated with *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* race 1, race 4 or race 1 and 4 for 1, 2 and 3 weeks.

	Race 1			Race 4			Race 1+ Race 4		
No.	1 wk	2 wk	3 wk	1 wk	2 wk	3 wk	1 wk	2 wk	3 wk
	DI (%)	DI (%)	DI (%)	DI (%)	DI (%)	DI (%)	DI (%)	DI (%)	DI (%)
21-514	39.1	45.3	82.8	29.7	37.5	57.8	29.7	42.2	79.7
21-515	42.9	42.9	82.1	39.6	47.9	66.7	38.6	52.3	88.6
21-516	50.0	51.8	85.7	50.0	62.5	68.8	46.2	59.6	78.8
21-517	25.0	37.5	87.5	16.7	25.0	75.0	25.0	50.0	87.5
21-518	16.1	46.4	82.1	26.8	30.4	37.5	15.6	32.8	35.9
21-519	43.3	45.0	61.7	29.7	45.3	26.6	36.7	26.7	31.7
21-520	50.0	50.0	75.0	—	—	—	—	—	—
21-521	25.0	46.9	82.8	35.4	41.7	62.5	20.0	32.5	60.0
21-522	40.0	50.0	43.8	28.1	46.9	37.5	25.0	31.3	37.5
21-523	53.8	48.1	59.6	30.6	44.4	45.0	40.4	32.7	38.5
21-524	38.6	43.2	68.8	47.2	38.9	44.4	25.0	32.1	39.3
21-525	48.3	45.0	42.2	42.2	23.4	31.3	36.4	27.1	16.7
21-532 (R[Z], CK)	48.1	51.9	82.7	38.5	69.2	76.9	51.7	60.7	81.7
21-534 (S, CK)	15.0	45.0	91.1	15.0	51.7	90.0	29.7	50.0	90.6

Sowing date：August 10, 2021; Inoculated date：September 7, 2021; Survey date：September 7-22, 2021.

[Z] S：susceptible；R：resistant

表 2、芥藍雜交品系接種黑腐病生理小種 1 之一般組合力

Table 2. The average disease index (DI) and general combining ability (GCA) of Chinese kale hybrid lines inoculated with *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* race 1.

hybrid line ♀/♂	kale C	kale D	kale E	kale F	Average	GCA
kale C		82.8	82.1	85.7	83.5	12.4
kale D	87.5		82.1	61.7	77.1	5.9
kale E	75.5	82.8		43.8	67.2	-4.0
kale F	59.6	68.8	42.2		56.9	-14.3
Average	74.0	78.1	68.8	63.7	71.2	
G CA	2.9	7.0	-2.4	-7.4		

表 3、芥藍雜交品系接種黑腐病生理小種 4 之一般組合力

Table 3. The average disease index (DI) and general combining ability (GCA) of Chinese kale hybrid lines inoculated with *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* race 4.

hybrid line ♀/♂	kale C	kale D	kale E	kale F	Average	GCA
kale C		57.8	66.7	68.8	64.4	17.9
kale D	75.0		37.5	26.6	46.4	-0.1
kale E	—	62.5		7.5	35.0	-11.5
kale F	45.0	44.4	31.3		40.2	-6.3
Average	60.0	54.9	45.2	34.3	46.5	
GCA	13.5	8.4	-1.3	-12.2		

表 4、芥藍雜交品系全互交接種黑腐病生理小種 1,4 之一般組合力

Table 4. The average disease index (DI) and general combining ability (GCA) of Chinese kale hybrid lines inoculated with *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* race 1,4.

hybrid line ♀/♂	kale C	kale D	kale E	kale F	Average	GCA
kale C		79.7	88.6	78.8	82.4	28.8
kale D	87.5		35.9	31.7	51.7	-1.9
kale E	—	60.0		37.5	48.8	-4.8
kale F	38.5	39.3	16.7		31.5	-22.1
Average	63.0	59.7	47.1	49.3	53.6	
GCA	9.4	6.1	-6.5	-4.2		

表 5、芥藍雜交品系成株田間黑腐病之發病指數

Table 5. The black rot disease index (DI) of Chinese kale hybrid lines in field.

No.	Changhua [z]	Fengshan [y]
	DI (%)	
21-514	17.5	1.9
21-515	8.3	—
21-516	22.2	34.1
21-518	0.0	0.0
21-519	11.1	—
21-522	—	0.0
21-523	12.5	6.8
21-524	6.3	0.0
21-525	9.4	5.4
21-533 (S[x], CK)	25.0	28.1
21-535 (R, CK)	0.0	0.0

[Z] Planting date：September 24, 2021; Survey date：October 15, 2021.

[y] Planting date：September 29, 2021; Survey date：October 21, 2021.

[X] S：susceptible；R：resistant

表 6、2021 年高雄鳳山地區芥藍雜交品系區域試驗產量與園藝性狀調查

Table 6. Yield and horticultural characters of Chinese kale hybrid lines on regional trial of Fengshan Kaohsiung in 2021.

No.	Plant weight (g)	Plant height (cm)	Canopy (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Number of leaves (No.)	Stem diameter (mm)	Yield (tons / ha)
21-514	25.3±5.4	17.2±0.4	21.9±2.4	11.8±0.5	10.6±0.6	5.3±0.5	9.5±0.9	1.1±0.2
21-516	75.8±8.8	29.0±1.8	31.0±3.0	15.1±2.0	16.0±1.4	6.8±0.4	13.9±0.9	3.3±0.4
21-518	45.5±2.1	21.2±0.1	26.1±1.3	12.3±0.1	12.4±0.1	6.0±0.1	12.1±1.1	2.0±0.1
21-522	77.3±8.6	23.2±3.1	35.9±3.6	16.4±1.4	16.7±1.7	8.8±1.0	19.2±2.7	3.4±0.3
21-523	54.0±12.9	21.6±3.0	25.6±3.4	12.5±1.9	13.2±1.6	5.7±0.5	12.0±1.8	2.4±0.6
21-524	96.3±12.4	17.2±4.9	27.6±3.6	17.1±0.4	8.1±1.6	6.0±0.1	11.0±2.1	4.2±0.4
21-525	33.8±4.6	18.6±1.0	22.8±1.4	12.9±0.8	11.7±0.8	5.5±0.5	10.3±1.1	1.5±0.2
21-533	51.3±15.6	25.7±2.3	27.1±2.4	14.5±1.6	14.9±2.0	5.8±0.4	16.0±1.3	2.3±0.7
21-535	62.5±15.4	21.4±2.9	26.9±1.1	15.1±1.3	14.6±1.3	6.2±0.4	15.4±1.1	2.8±0.7
LSD $_{0.05}$	12.9	4.1	3.4	2.1	1.6	0.6	1.9	0.3
Difference ^{z}	**	**	**	**	**	**	**	**

^{z} NS, *, **: the difference was not significant, significant at 0.05 and 0.01 level, respectively.

Sowing date：August 24, 2021; Planting date：September 11, 2021; Survey date：October 21, 2021.

土壤添加物防治苦瓜萎凋病之應用

湯佳蓉

高雄市鳳山區　農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所植物保護及園產品加工系

摘　　要

土壤添加物可調整農田土壤的物理、化學及生物性質，藉由增加有機質含量改善土壤通氣性、補充作物所需微量元素、增加根圈微生物族群數量及多樣性，減緩植物病害對作物的負面影響，進而增加作物產量。本研究針對市售土壤添加物進行篩選，以溫室盆缽試驗與苦瓜萎凋病病田的田間小區試驗，評估土壤添加物對苦瓜萎凋病的影響。溫室試驗中，發現處理棕櫚灰、海鳥磷鈣、菜籽粕的苦瓜罹病率，較對照組分別降低 46.9%、34.3% 及 40.6%。而田間小區試驗結果發現對照組苦瓜於定植後第 25 天即開始發病，隨病程發展罹病率逐漸增加至 72.2%，12 株苦瓜總產量僅有 4.1 公斤。處理組苦瓜於定植後第 53 天開始發病，隨病程發展罹病率僅增加至 38.9%，12 株苦瓜總產量共有 53.1 公斤。因此，棕櫚灰補充鉀肥與鈣肥促進苦瓜根系發展，而減緩病害發展速度。

關鍵詞：土壤添加物、苦瓜萎凋病、棕櫚灰

緒　　言

土壤傳播型病害的存活構造，可以長期殘存於農田土壤，若連續栽種病原菌感受性高的寄主植物，有增加病原菌族群之趨勢，進而影響來年作物栽培情形，導致病害發生時間提前與病害發生面積增加。苦瓜萎凋病菌 (*Fusarium oxysporum* f. sp. *momordicae*) 主要由傷口或生長裂縫入侵植物根系，蔓延至維管束後阻擋水分與養分輸送，造成植株地上部病徵如葉片黃化、枝條失水枯萎。現今苦瓜萎凋病主要防治方法為嫁接抗病根砧，唯抗病根砧偶有失效或嫁接苦瓜竄根的現象，仍造成部份苦瓜受到萎凋病菌感染，因此本研究欲探討市售土壤添加物對苦瓜萎凋病之影響，以協助臺灣苦瓜產業發展。

何謂土壤添加物？

長期栽種相同作物易累積土壤傳播性病原菌之族群量，增加後續作物栽培期間病害發生頻率。過量使用化學肥料易累積於土壤，造成土壤酸鹼度與養分不平衡，不僅影響產量更增加後續栽培難度。為避免土壤劣化加劇，農民多於種植前進行休耕、種植綠肥及使用土壤添加物，用以延長農田耕作年限。市售土壤添加物多登記於肥料品目下，於種植前以使用基肥的形式混拌至農田中，達到增加肥力、補充有機質的目的。現今臺灣合法之土壤添加物可分為 4 類，分別為動物廢渣、氮質海鳥糞、植物渣粕、次微量要素礦物。

土壤添加物防治植物病害之應用

黃氏 (1991) 指出使用土壤添加物不僅可改善土壤條件，也可減緩植物病害發生。如 S-H 土壤添加物可防治西瓜蔓割病、蘿蔔黃葉病、芥菜根瘤病、豌豆萎凋病、十字花科根瘤病、胡瓜猝倒病、胡瓜疫病與番茄青枯病等土壤傳播性病害[1]。顏氏 (2003) 指出 LT-M 有機添加物可防治白柚之柑桔線蟲、柑桔類根瘤線蟲與根腐線蟲、山藥之南方根榴線蟲與南方根腐線蟲[2]、葡萄根痕瘤線蟲及西瓜根瘤線蟲[5]。謝氏 (2021) 指出 AR3-2 系列混合物可用於防治各種作物之白絹病[5]。

土壤添加物對苦瓜萎凋病的影響

本研究篩選市售土壤添加物：矽藻土、棕櫚灰、海鳥磷鈣、豆粉、蝦蟹殼粉、粗糠、米糠、羽毛粉、肉骨粉、清骨粉、酒粕、菸砂、芝麻粕、魚粉、海藻粉、苦楝粕、腐熟雞糞、菜籽粕及苦茶粕，上述 19 種土壤添加物之商業包裝成分資料見附件一。在溫室盆缽試驗中，模擬農民種植作物前混拌土壤添加物的方式，將上述土壤添加物與苦瓜萎凋病人工病土 (10^3 propagules/g)，以 1：80 (v/v) 的比例，進行混拌後靜置 2 週，種植農友-月華品種之苦瓜直播苗，並於種植 30 日後記錄罹病率。結果發現處理棕櫚灰、海鳥磷鈣、菜籽粕的苦瓜罹病率，較對照組分別降低 46.9%、34.4% 及 40.6% (圖1)。後續選擇棕櫚灰，於屏東里港苦瓜栽培區，進行苦瓜萎凋病病田的田間小區試驗。於苦瓜種植前 2 週 (農民耕犁時)，將棕櫚灰 (25 kg/0.1ha) 混入土壤中，選擇農友-月華品種之苦瓜直播苗 (5

片真葉大，每處理各 12 株) 定植。於田間小區試驗翻犁時使用底肥 - 農友牌台肥黑旺特 43 號，耕作期間使用追肥 - 農友牌台肥速效寶 105 號有機複合肥料，使用量以合作農民習慣為主。於定植 25 天後調查苦瓜萎凋病罹病度與苦瓜產量。結果發現對照組苦瓜於定植後第 25 天即開始發病，隨病程發展罹病率逐漸增加至 72.2%，12 株苦瓜總產量僅有 4.1 公斤。處理組苦瓜於定植後第 53 天開始發病，隨病程發展罹病率僅增加至 38.9%，12 株苦瓜總產量共有 53.1 公斤 (圖 2、3)。於田間試驗前、採收果實後與下期作物種植前，檢測土壤酸鹼值分別為 6.7、6.8、6.72；土壤電導度分別為 51.3、61、292.3μs/cm。

土壤添加物防治病害的可能機制

在集約農業系統中，循環使用來自農業、林業、食品加工和動物活動的原材料、殘留物、副產品和農業廢棄物，供作土壤改良劑、抑制性有機改良劑和植物生長促進劑 (包括沼渣)，可增強土壤微生物物種豐富度、多樣性。土壤微生物的高功能冗餘性 (high functional redundancy) 可運用防治土壤傳播性病害。許多報告均指出特定類群 (taxa) 或特定組成 (group) 微生物的疾病抑制能力與整個土壤微生物群落 (community) 相關(6)。黃氏 (1991) 指出於土壤中添加有機物，可藉由促進香蕉黃葉病 (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*) 厚膜孢子發芽、誘使土壤根圈細菌分解病原菌之菌絲與分生孢子及抑制病原菌再形成厚膜孢子，進而降低病原菌之初次感染源，減緩病害發生。十字花科蔬菜菜渣混拌土壤後，藉由釋放硫化物、異硫氫化物及硫醇進行土壤殺菌，而抑制豌豆根腐病(1)。

在亞洲國家，人類使用稻殼木炭或木材灰燼做為農業土壤改良劑有著悠久的歷史。稻殼木炭或木材灰燼為多孔材料，具有高保水、保氣能力且高鹼度。因此，它不僅刺激根系生長，更增強根系與不同種共生微生物的連結性(7)。棕櫚灰為有機農業鉀肥的重要來源，以棕櫚果實榨油後的殘渣經高溫燃燒後製成，一般供做土壤改良劑或肥料使用。棕櫚灰屬於高鹼性肥料，多用於補充鉀肥，使用前需確認農田土壤之酸鹼度，並依照其酸鹼度酌量使用(4)。楊氏 (2004) 指出鈣元素是植物細胞壁的組成之一，具有強化細胞的功能，可增進根系發育且有利於與根圈微生物進行交互作用(3)。謝氏 (2021) 指出鉀可直接抑制病原菌入侵植株，或阻止病原菌於植株內繁殖(5)。因此，棕櫚灰利用鉀肥抑制病原菌感染作物、適當補充鈣肥增進苦瓜根系發展，而減緩病害發展速度。

謝　　辭

本研究承蒙防檢局提供計畫109-農科-8.4.2-農-C1(2)、110-農科-5.3.2-農-C1(2)、111-農科-5.3.2-農-C1(2)經費支持，致上無限謝忱。

引用文獻

1. 黃振文。1991。利用土壤添加物防治作物之土壤傳播性病害。植保會刊 33:113-123。
2. 顏志恆、王俊雄、蔡東纂。2003。利用 LT-M 有機添加物防治植物線蟲病害之田間實例。興大農業 47：6-13。
3. 楊秋忠。2004。土壤與肥料應用的觀念及要領。農世出版社。台中。103-107頁。
4. 蘇博信。2016。有機農業可用天然鉀質肥料-棕櫚灰介紹。高雄區農業專訊 96：20-22。
5. 謝廷芳、安寶貞、林筑蘋。2021。作物病害之非農藥防治。農業試驗所特刊第235號 6-15。
6. Corato. U. D. 2020. Disease-suppressive compost enhances natural soil suppressiveness against soil-borne plant pathogens: A critical review. Rhizosphere 13: 100192.
7. Ogawa, M. and Okimori, Y. 2010. Pioneering works in biochar research, Japan. Australian Journal of soil research 48: 489-500.

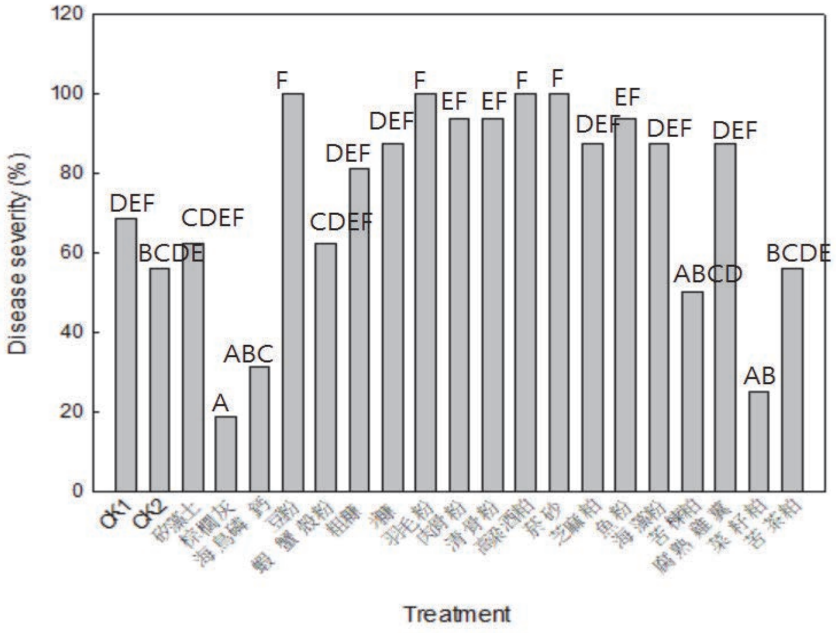


圖 1、溫室中土壤添加物對苦瓜萎凋病的影響。

Fig. 1. Effects of soil amendment on the bitter gourd wilt disease caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *momordicae* isolate KS0702 at 35 days after inoculation.

*Letters represent significant differences based on Duncan's new multiple range test (p = 0.05). The statistical analyses were performed using IBM SPSS Statistics 20.0 version.

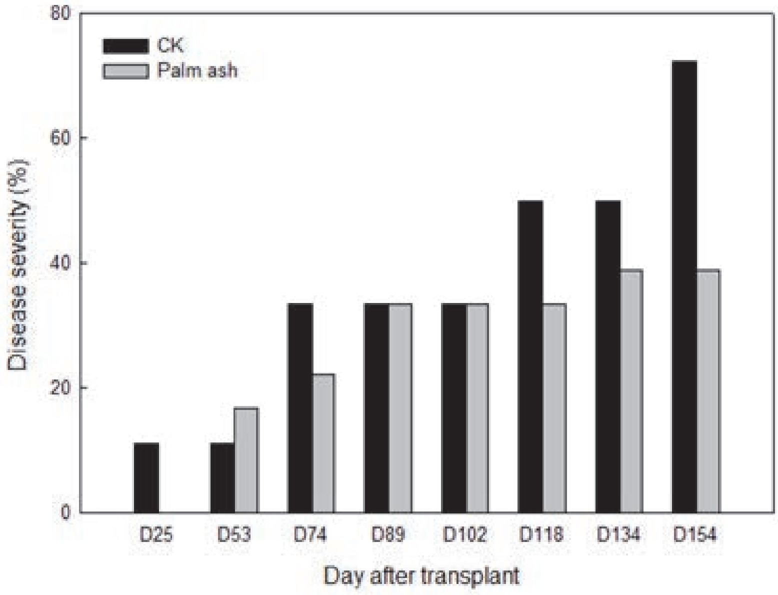


圖 2、屏東里港苦瓜栽培試驗區的苦瓜罹病率。對照組：CK；處理組：Palm ash。

Fig. 2. Disease severity of bitter gourd wilt disease in the Ligang township (Pingtung county) field trial. Control: CK; Treatment: Palm ash.

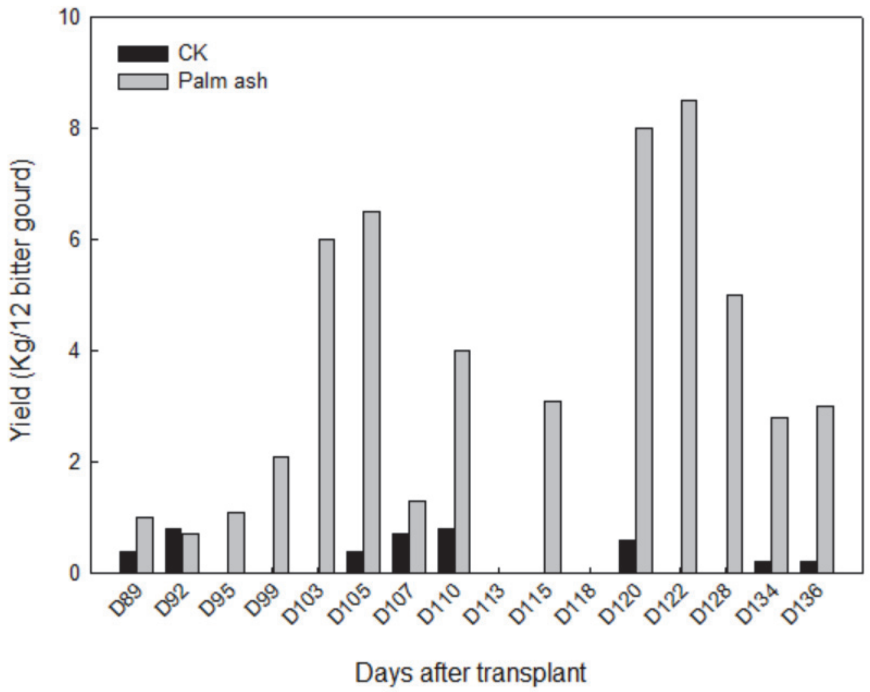


圖 3、屏東里港苦瓜栽培試驗區的苦瓜產量。對照組：CK；處理組：Palm ash。
Fig. 3. Field of bitter gourd wilt disease in the Ligang township (Pingtung County) field trial. Control: CK; Treatment: Palm ash.

ABSTRACT

Application of Soil Amendment for Control of Bitter Gourd Fusarium Wilt

Tang, J. R.

Department of Plant Protection and Utilization, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Branch, TARI, Kaohsiung, Taiwan, R.O.C.

Soil amendments can adjust the physical, chemical, and biological properties of agricultural soil. Those re-use of organic wastes improve soil aeration, replenish micronutrients, increase the quantity and diversity of root zone microorganisms, and suppress plant pathogens. This study tested commercially available soil amendments. To evaluate the effect on bitter gourd Fusarium wilt, we designed greenhouse pot experiment and field trials. In the greenhouse, the disease severity of bitter gourd treated with palm ash, seabird guano phosphate, and rapeseed meal was reduced 46.9%, 34.4%, and 40.6%, respectively, compared to the mock control. In the Ligang township field trials, bitter gourd Fusarium wilt symptoms of mock control showed on 25 day and bitter gourd of treatment showed on 53day. During 89-136 day, disease severity of bitter gourd Fusarium wilt increased to 72.2%, and total yield was 4.1kg/12 bitter gourd. Disease severity of treatment bitter gourd increased to 38.9%, and total yield was 53.1kg/12 bitter gourd. Therefore, soil amendments such as palm ash can supplement potassium and calcium fertilizers, promote bitter gourd root development, and slow down plant disease progression.

Key words: Soil amendment, Bitter gourd Fusarium wilt, Palm ash.

附件一、土壤添加物之商業包裝成分資料表

土壤添加物名稱	商業包裝標示成分
矽藻土	二氧化矽 60~90%
棕櫚灰	全氧化鉀 28.8%
海鳥磷鈣	檸檬酸溶性磷酐 16.5%、內含水溶性磷酐 3.5%
豆粉	黃豆粉 100%
蝦蟹殼粉	碳酸鈣、幾丁質 100%
粗糠	二氧化矽 20%、木質素纖維 60%
米糠	水分 15.4%、蛋白質 11.3%、脂肪 16.15%、纖維質 7.4%、無氮浸出物 20%、礦物質 30%
羽毛粉	粗蛋白質 93%、粗脂肪 1.5%、粗灰分 1.4%
肉骨粉	水分 6%、粗蛋白質 50%、粗脂肪 8%、粗纖維 2.5%、粗灰分 28.5%、鈣 9.5%、磷 5%
清骨粉	全氮 3.2%、全磷酐 27%、鈣 31.7%、有機質 40%
酒粕	高梁酒粕 100%
菸砂	菸粉 50%
芝麻粕	全氮 7%、全磷酐 3%、全氧化鉀 1.5%、有機質 85%
魚粉	全氮 5.7%、全磷酐 5.1%、全氧化鉀 2.8%、有機質 75%
海藻粉	粗蛋白 5%、粗脂肪 2%、粗纖維 8%、灰分 15%、鈣 1.5%、磷 0.2%、氯化鈉 2%、碘 0.3%、鉀 1%、鎂 0.8%、水 13%
苦楝粕	全氮 5%、全磷酐 1.5%、全氧化鉀 2%、有機質 90%、天然印楝素 5000ppm
腐熟雞糞	粗蛋白 18.7%、粗脂肪 2.5%、灰分 13%、碳水化合物 11%、纖維 7%、含氮 2.34%、磷 2.32%、鉀 0.83%
菜籽粕	全氮 7%、全磷酐 3%、全氧化鉀 1.5%、有機質 85%
苦茶粕	全氮 3%、全磷酐 1.5%、全氧化鉀 2.1%、有機質 90%

蔭鳳梨發酵之微生物菌相

洪千雅[1]、楊淑惠[1]
1. 高雄市鳳山區 農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所植物保護及園產品加工系

摘　　要

鳳梨為台灣產值與產量最高的水果，發酵是一種可保持鳳梨營養價值、增強風味和解決因產量過多而造成採後損失的加工策略，蔭鳳梨是台灣傳統的發酵調味產品。然而，傳統發酵的蔭鳳梨存在著品質不穩定的問題，本研究探討蔭鳳梨發酵過程微生物菌相變化情形與對成品品質之影響，結果顯示，參與蔭鳳梨發酵的微生物(麴菌)以黴菌、酵母菌、乳酸菌為主，發酵會產生乳酸、酒精、甘油等風味物質，熟成使蔭鳳梨具有良好的風味特性，發酵成品蔭鳳梨醬可應用開發特色調味產品與餐點飲品，有助於提升鳳梨加工產業與拓展內外銷市場。

關鍵詞：發酵、鳳梨、蔭鳳梨、麴、菌相

緒　　言

鳳梨為台灣產值與產量最高的水果，年產量超過 35 萬噸，產值超過 80 億元，年加工量約為 2.2 萬公噸，具生產規模，可穩定供應加工原料，高屏地區為其主要產地，占總產量 30%[(1)]。近年來，鳳梨種植面積因應市場需求逐漸增加，但因氣候異常導致鳳梨果實品質不易控管，需要開發可以大量利用鳳梨果實的加工技術，蔭鳳梨是具臺灣特色的鳳梨醃製發酵產品，其獨特的風味常被用於各式料理與湯品上，是家庭常見的烹調佐料。一般傳統的蔭鳳梨作法，發酵程度與品質不易控制，藉由優勢菌種的大量穩定生長，能夠抑制發酵過程中雜菌汙染的情形，因此，蔭鳳梨要成功發酵，達到預期之產品品質，微生物扮演著不可或缺的重要角色，然而，有關探討蔭鳳梨發酵過程中的微生物菌相變化情形之文獻很少，因此，本研究目的為探討蔭鳳梨發酵微生物菌相與風味成分的變化，期望用科學化的角度了解蔭鳳梨發酵過程，開發蔭鳳梨發酵技術，提升蔭鳳梨產品的市場競爭力。

何謂麴?

麴(Koji)是一種穀類的發酵物質，其生產方式是將種麴(麴黴菌, koji mold)與蒸熟後冷卻的穀物(如米、麥、黃豆等)混和，控制適當的溫、濕度，培養一段時間後，經乾燥所製成，此過程稱之為製麴[2]，製麴起始溫度控制在 30-35°C，有利菌絲的生長，後期溫度維持在 20-25°C，有助於產生大量的酵素，麴含有許多不同種類的酵素，包含澱粉酶、蛋白酶、脂解酶等，可以分解原料中的澱粉、蛋白質和油脂[3]，使發酵產品具有特別的風味、香氣與質地。麴的種類很多，依據原料的不同有米麴、麥麴、豆麴、米豆麴、米麥麴和豆麥麴等，市面上有許多不同種類的商業麴菌，用來生產不同的發酵產品，其內所含的菌種包含黴菌、酵母菌、乳酸菌，不同的原料與菌種組合可產生不同香氣與風味的產品。

麴於食品發酵產業之應用

以下介紹食品發酵產業常見的麴菌：

(一)米麴菌(*Aspergillus oryzae*)：菌落呈現淡綠黃色，具有澱粉及蛋白質分解能力，可用來製作味噌和醬油，可產生酵素分解原料中的澱粉和蛋白質，使其變成糖及胺基酸，參與清酒釀造時的米澱粉的糖化，味噌、醬油、豆腐乳發酵原料米或麥的澱粉及大豆蛋白質的分解。

(二)米根黴(*Rhizopus oryzae*) ：菌落呈現白色至灰褐色，常用來製作豆腐乳，可產生酵素分解原料中的澱粉、蛋白質和脂肪，生成風味物質，豆腐經蛋白酶作用，會生成胜肽(peptide)及胺基酸等鮮味成分，使豆腐乳組織綿軟具有鮮味。

(三)紅麴菌(*Monascus purpureus*) ：菌落呈現紅色、紫紅色，紅麴就是紅麴菌生長於蒸煮米粒上發酵所得到的，可產生紅色色素(monascorubin) ，而以紅麴菌將熟糯米發酵後形成的產物，就是我們熟知的紅糟，能增添食材的風味及色澤，紅麴菌發酵產生的次級代謝產物紅麴菌素(monacolin K) ，經科學實證，顯示具有降低膽固醇與降血脂的功能[4]，已發展為健康食品。

蔭鳳梨發酵過程微生物菌相與成分變化情形

微生物可提供蔭鳳梨發酵所需的酵素，將鳳梨的成分轉化為發酵風味物質，因此，探討蔭鳳梨發酵過程的菌相變化情形是很重要的，本試驗是以商業麴菌來進行蔭鳳梨加工，圖一為蔭鳳梨(koji-fermented pineapple, KFP)發酵期間的微生物生長曲線，結果顯示，參與蔭鳳梨發酵的微生物以黴菌、酵母菌、乳酸菌為主。發酵初期，黴菌、酵母菌、乳酸菌菌數逐漸增加，黴菌分泌糖化酵素-雙糖酶(蔗糖酶，sucrase)，將鳳梨內的蔗糖分解成葡萄糖和果糖，酵母菌作用將單糖發酵，產生酒精和甘油，乳酸菌將單糖分解，生成乳酸，使 pH 值下降，可以抑制病原性微生物的生長[5]，並進行蘋果酸乳酸發酵[6]，將鳳梨的蘋果酸轉化為乳酸，使乳酸含量增加，降低蔭鳳梨整體的酸度，大部分的糖類(蔗糖、葡萄糖和果糖)被微生物分解利用，含量明顯下降，由於麴菌胜肽酶(麩胺酸酶，glutaminase)的作用，使蔭鳳梨發酵會產生胺基酸衍生物-焦麩胺酸。發酵後期，酵母菌產生的酒精，會抑制黴菌和乳酸菌的生長，使黴菌、乳酸菌菌數下降，乳酸菌和酵母菌產生的二氧化碳，讓發酵蔭鳳梨表面會出現氣孔。最後，在微生物的共同作用下，蔭鳳梨會逐漸熟成，部分乳酸會轉化成其他代謝產物[7]，有機酸、醇類與胺基酸會形成發酵風味物質，pH 值會稍微上升，使蔭鳳梨的風味口感變得柔和。

蔭鳳梨加工應用產品

微生物發酵賦予蔭鳳梨醬獨特的豆麴、乳酸發酵風味與香氣，以蔭鳳梨醬為基底，搭配不同的調味，可開發多樣化加工產品。本試驗與食品公司合作，以蔭鳳梨醬、辣椒、檸檬汁等材料，開發蔭鳳梨風味調味醬(旺來甜辣醬，圖二)，以 9 分制喜好性評分法進行 50 人感官品評，結果顯示，旺來甜辣醬的平均風味喜好度為 7 分，表示蔭鳳梨醬具有開發為調味醬之潛力；此外，本試驗將蔭鳳梨醬與其他食材搭配調味，開發創意特色餐點飲品，如熱壓吐司、炸飯捲、蔭鳳梨風味汽水等豐富多樣的蔭鳳梨加工應用產品(圖三)。

結論與展望

本研究藉由測定蔭鳳梨發酵過程微生物生長變化情形，了解其對蔭鳳梨發酵成分品質之影響，以生產品質穩定的蔭鳳梨醬，透過蔭鳳梨加工可提升鳳梨附加價值並協助解決鳳梨鮮果不耐儲藏的問題，期待未來可以量產蔭鳳梨醬產品。發酵蔭鳳梨醬有獨特的風味香氣，可供食品業者應用開發不同種類的調味產品，希冀藉由蔭鳳梨發酵技術的開發，擴展鳳梨加工素材之應用，有助於提升鳳梨加工產業與拓展內外銷市場。

引用文獻

1. 行政院農業委員會農業統計資料查詢 2020。農產品生產面積統計與農產品生產量值統計-果品。
2. Yamashita, H. 2021. Koji Starter and Koji World in Japan. J. Fungi. 7:569.
3. Hui, Y., Meunier-Goddik, L., Josephsen, J., Nip, W.-k., and Stanfield, P. 2004. Handbook of food and beverage fermentation technology. Marcel Dekker, Inc.
4. Xiong Z, Cao X, Wen Q, Chen Z, Cheng Z, Huang X, Zhang Y, Long C, Zhang Y, and Huang Z. 2019. An overview of the bioactivity of monacolin K / lovastatin. Food Chem Toxicol. 131:110585.
5. Mustafa SM, Chua LS, El-Enshasy HA, Abd Majid FA, Hanapi SZ, and Abdul Malik R. 2019. Effect of temperature and pH on the probiotication of Punica granatum juice using Lactobacillus species. J Food Biochem. 43(4): e12805.
6. Virdis C, Sumby K, Bartowsky E and Jiranek V. 2021. Lactic Acid Bacteria in Wine: Technological Advances and Evaluation of Their Functional Role. Front. Microbiol. 11:612118.
7. Cabello-Olmo M, Oneca M, Torre P, Díaz JV, Encio IJ, Barajas M, and Arana M. 2020. Influence of storage temperature and packaging on bacteria and yeast viability in a plant-based fermented food. Foods. 9(3): 302.

ABSTRACT

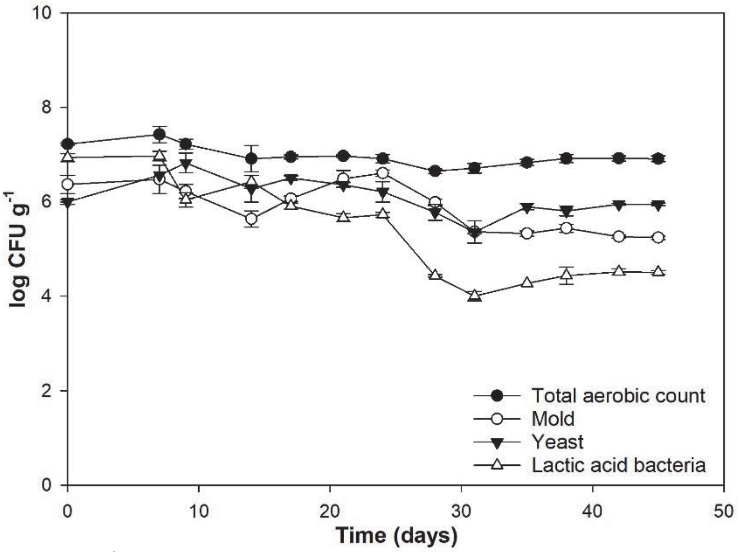
The microbiota of koji-fermented pineapple

Hung, C.Y.[1], and Yang, S. H.[1]

1. Department of Plant Protection and Utilization, Fengshan Tropical Horticultural Experimental Branch, TARI, Kaohsiung, Taiwan, ROC.

Pineapple (*Ananas comosus*) is the fruit with the highest production and yield in Taiwan. Fermentation of pineapple could be a strategy to retain the nutritional quality, enhance the flavor and resolve the post-harvest loss encountered during oversupply. Koji-fermented pineapple (KFP) is a traditional Taiwanese seasoning product. However, traditional KFP existed the problem of unstable quality. In this study, we investigated the changes of microbiota during the fermentation of KFP and the effects on the quality of the finished products. The results showed that the microorganisms (Koji) involved in the fermentation of KFP were mainly mold, yeast, and lactic acid bacteria, which could produce flavor substances such as lactic acid, alcohol, and glycerol. KFP presented good sensorial characteristics through the process of aging. KFP can be applied to develop unique flavoring products, dishes and beverages, which helps to improve the pineapple processing industry and develop domestic and export markets.

Key words: Fermentation, pineapple, koji-fermented pineapple, koji, microbiota.



圖一、蔭鳳梨發酵過程微生物生長曲線

Fig. 1. The microbial growth curve during the process of KFP fermentation. Error bars show standard deviation of the mean (n = 3).

圖二、旺來甜辣醬

Fig. 2. Koji-fermented pineapple flavored sweet chili sauce.

(A) (B) (C)

圖三、蔭鳳梨應用餐點飲品

Fig. 3. The application of Koji-fermented pineapple in dishes and drinks. (A)Hot pressed sandwich (B) Fried rice roll (C) Koji-fermented pineapple flavored soda

夜間特殊波長燈照防治荔枝細蛾同時保持良好荔枝品質

方信秀[1]、李文立[1]、邱國棟[1]、董致韡[2]、蔡育彰[2]

1.高雄市鳳山區　農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所熱帶果樹系
2.臺北市大安區　國立臺灣大學農藝學系

摘　　要

荔枝細蛾 (*Conopomorpha sinensis* Bradley, Litchi borer, 蒂蛀蟲) 嚴重的為害荔枝果實，為荔枝產業最主要的害蟲，少量蟲即可造成荔枝產量與品質巨大傷害，荔枝產業主要以農藥進行防治。為達荔枝產業永續發展與農藥減量目標，應開發防治效率高的物理防治方式。觀察發現，荔枝細蛾成蟲於白天棲息在樹幹下方陰影處，於有光環境活動力極低，夜間則活動力旺盛進行交尾與產卵，隔天日出後即處於靜止狀態。本技術利用荔枝細蛾的負趨光特性，以夜間燈照減少荔枝細蛾活動力達到減少為害之目標。篩選多種波長條件後，發現綠光可有效抑制荔枝細蛾活動力、減少產卵量與果實為害率，與白光處理比較，綠光燈照的果實較重、甜酸比亦較白光處理高，不影響荔枝果實品質。於高雄市杉林區、高雄市大樹區與屏東縣里港鄉的試驗結果顯示，夜間綠光燈照確實發揮良好的荔枝細蛾防治效果。建置夜間燈照設施成本每分地約 2 萬元，以減少 1 成損失計算，當年即可回收投入成本，此技術有良好的產業推廣與發展潛力，可減少農藥使用、友善環境，並讓消費者食用更安心。

關鍵詞：荔枝細蛾、LED 燈、農藥減量、作物生產整合管理

緒　　言

荔枝 (Litchi, *Litchi chinensis* Sonn.) 屬無患子科 (Sapindaceae) 的亞熱帶與熱帶常綠果樹。因荔枝花芽分化需要低溫刺激[2,24]，產地分佈於南北迴歸線一帶，以中國、印度、越南、馬達加斯加、台灣、泰國等國家為主要生產國[8,11,15]。台灣則以中南部的高雄、台中、南投、嘉義為主要荔枝產地[24]。

荔枝細蛾 (*Conopomorpha sinensis* Bradley) 主要為害龍眼與荔枝果實[9]，為影響荔枝生產最主要的害蟲。成蟲受嫩葉、花與果實的香氣物質所吸引[21]。主要

為害嫩莖、花與果實，果實為害造成嚴重落果(圖 1A)、減少荔枝產量、品質與經濟收益。若不適度防治，果實為害率可達 100%[3]。

為了減少農藥使用，並避免連續使用相同作用機制藥劑，導致害蟲產生抗藥性，應適度開發非農藥防治的方式輔助。荔枝細蛾對光線極為敏感，白天大多停留於荔枝樹幹下方遮陰處(圖 1B)。使用搖樹方式驚嚇荔枝細蛾成蟲，荔枝細蛾於植株內部短暫飛行後迅速回到樹幹下方，鮮少跨株飛行，此方法可估算荔枝細蛾成蟲數量[26]。觀察荔枝細蛾極具負趨光性，燈光干擾為有開發潛力的防治方式。防治策略上，妥善利用燈照應可做為干擾荔枝細蛾用途。

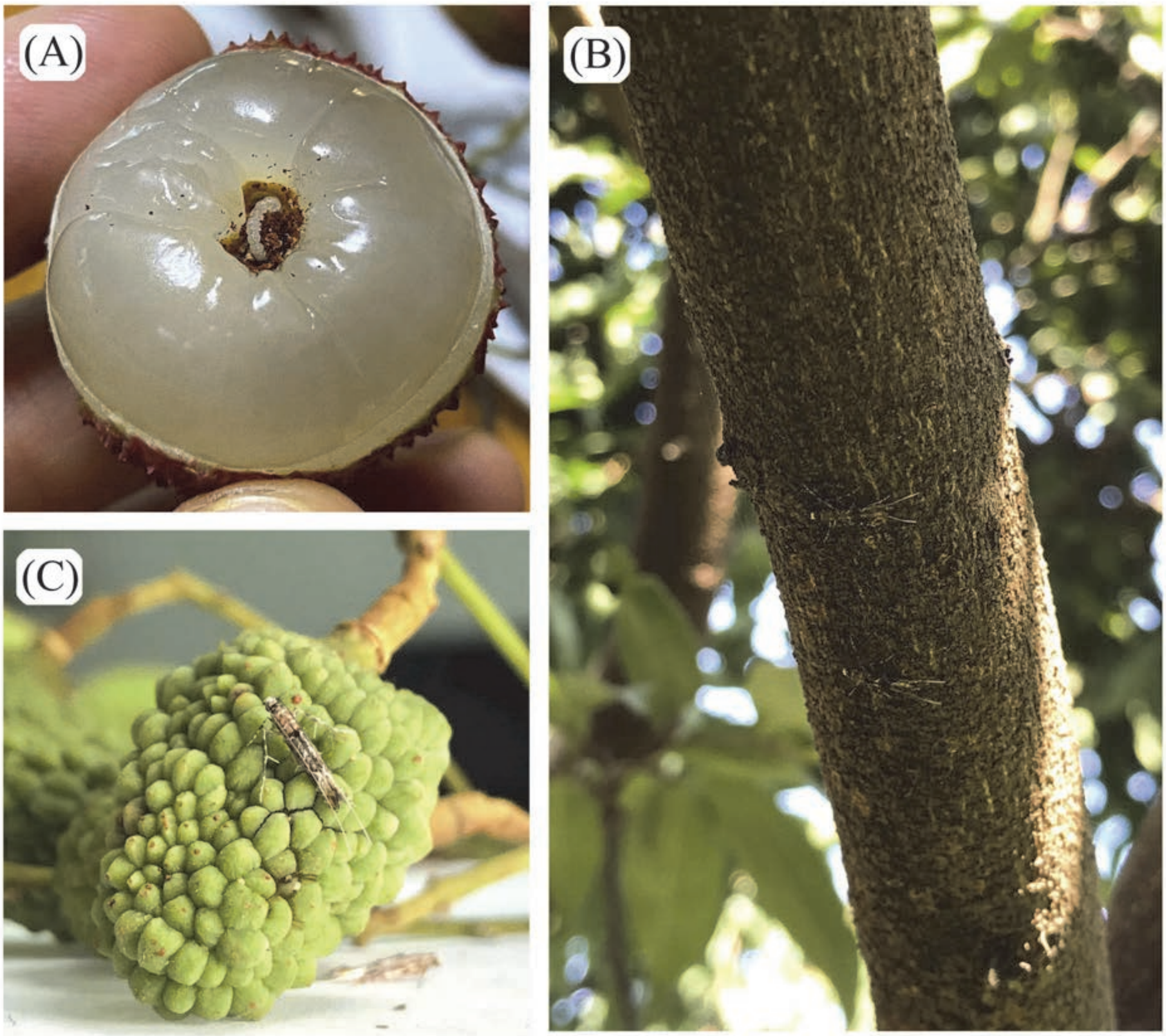


圖1：荔枝細蛾幼蟲與成蟲外觀。(A) 荔枝細蛾幼蟲為害果實、(B) 荔枝細蛾常停留在樹幹底端、(C)荔枝細蛾喜好產卵於果實溝縫處

Fig. 1. Appearance of larvae and adults of litchi borer. (A) Larvae of litchi borer damage fruits, (B) Imagoes of litchi borer under the litchi truck, (C) Litchi borer spawn on litchi fruit surface.

荔枝細蛾對光的反應

昆蟲常見對光的反應有向光性 (positive phototaxis)、避光性 (negative phototaxis)、光適應 (light adaptation)、晝夜規律干擾 (disturbance of circadian rhythm)、 光周期干擾 (disturbance of photoperiodicity)、UV 光毒害生長與發育 (Toxicity of UV on growth and development) 等多種反應[22]。過去研究利用夜行性昆蟲趨光的特性，使用特定波長捕捉等整合性蟲害管理 integrated pest management (IPM)[12,16]。使用有色黏蟲板或是燈照誘引方式偵測昆蟲種類以及數量[1]。使用 UV 誘引燈或不同波長 LED 燈，用於捕捉蛾類、白蟻[13]、粉蝨[23]或甲蟲[7]。亦有學者於棉花田中使用介於 375 - 748nm 共 19 種單一波長的 LED 進行試驗，以 395 nm 波長可捉到最多害蟲[17]。有研究觀察昆蟲對不同光譜的反應，例如藍光對黑腹果蠅 (*Drosophila melanogaster*)、地下家蚊 (*Culex pipiens molestus*) 與扁擬穀盜 (*Tribolium* confusum) 具有致死性[21]。533 nm 以下波長之光線會使雄性黃緣螢 (*Aquatica ficta*) 放出較低的頻率但較強的螢光，但對於 597 nm 以上的波長環境卻沒有影響[20]。660 nm 的紅光可減少南黃薊馬 (*Thrips palmi*) 為害胡瓜。520 nm 的綠光可促使分秘夜蛾 (*Mythimna separata)* 產生氧化逆境[9]。UV-B 對二點葉蟎有致死性 (*Tetranychus urticae*)，使用綠光以及白光可以有效捕捉茶樹小綠葉蟬(*Empoasca onukii*)[19]。

荔枝細蛾對光線很敏感，白天大多時間棲息於樹幹下方 (圖1B)，觀察荔枝細蛾活動力，發現白天的活動力非常低，接近完全不動的狀態。將荔枝細蛾置於玻璃瓶以錄影方式記錄荔枝細蛾於自然光環境一整天的活動情形，再以軟體運算每小時的移動距離。結果顯示荔枝細蛾白天活動距離趨近於 0，於日落後則活動力漸增，並於半夜2點達到活動力最高峰，日出前活動力漸漸減少，並於日出後又趨於不活動狀態 (圖2)。由此可證明荔枝細蛾屬夜行性昆蟲，白天有光環境下活動力極低。

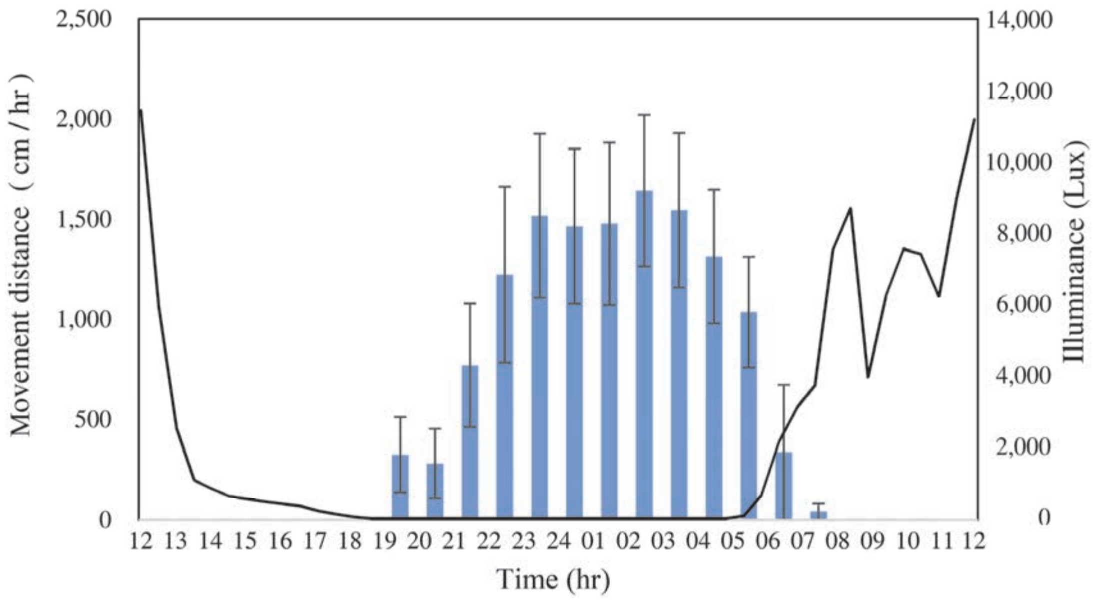


圖2、荔枝細蛾於一天中的活動距離。

Fig.2. The movement distance of *C. sinensis* in one day (n=14).

為瞭解荔枝細蛾在不同波長環境下的活動力、產卵量與為害率。將荔枝細蛾置於不透光的觀察箱中進行，設置之 LED 燈種類分別為400、460、520、600、660、740 nm、MixW與MixY等8種燈 (圖3)，光譜儀調整亮度為 0.5 與 0.1 μmol $m^{-2}s^{-1}$ 進行試驗，每個光波長皆全日燈照不關閉，另以全暗環境為對照，共 9 種試驗處理(圖3)。

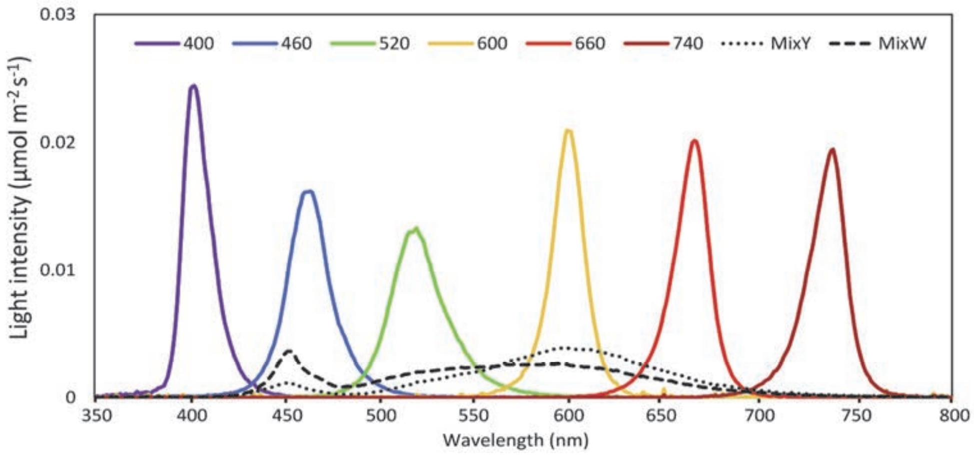


圖 3. 試驗使用不同燈照處理之光譜光量子情形。以光譜儀 (LM801S; Lebio, Ltd., Taiwan) 測量每個處理光強度為 0.5 μmol/$m^{-2}s^{-1}$ 之光譜強度。

Fig. 3. Photosynthetic photon flux (PPF) under different spectral illumination conditions in this study. The light intensity was detected by a spectrometer (LM801S, Lebio, Tainan, Taiwan), and the brightness of the observation boxes was adjusted to 0.5 μmol/$m^{-2}s^{-1}$.

荔枝細蛾於不同波長環境試驗結果顯示，若荔枝細蛾於黑暗環境，30 分鐘平均移動距離約 480.1 cm，於 0.5 μmol $m^{-2}s^{-1}$ 的不同光波長燈照皆會影響荔枝細蛾的活動距離。又以 400、460、520 與 600 nm 的短波長較 660 與 740 nm 的長波長活動力抑制達顯著性差異。此結果顯示荔枝細蛾對於短波長較為敏感，並明顯降低活動力。MixW 與 MixY 為混合波長，皆含高比例的 400 - 600 nm 波長光量子(圖 3)，顯著降低荔枝細蛾的活動力。其中 460、520 nm 與 MixW 的環境可使荔枝細蛾幾乎處於不移動的狀態，於 30 分鐘移動距離平均值只有個位數且達顯著性差異，分別為 8.7 cm、3.8 cm、3.5 cm (圖 4A)。

不同波長環境下之產卵量試驗結果顯示，荔枝細蛾於 400、460 與 520 nm 的短波長環境下的產卵量皆顯著低於 600、660 nm 與 740 nm 的長波長燈照環境。於各波長的試驗結果 0.5 μmol/$m^{-2}s^{-1}$ 的高光強環境產卵量皆顯示少於低光強 0.1 μmol/$m^{-2}s^{-1}$ 的環境。於 0.1 μmol/$m^{-2}s^{-1}$ 光強度的各種波長處理，以 400、460、520 nm 和 MixW 處理的產卵量顯著低於其它處理。於 0.5 μmol/$m^{-2}s^{-1}$ 光強度的各種波長環境下，則以 460、520nm、MixW 和 MixY 處理的產卵量顯著低於其它處理 (圖 4B)。

不同光譜燈具設置於田間進行荔枝細蛾田間為害率試驗，夜間黑暗處理為害率達 72% 顯著較其它處理嚴重。400、600、660 及 740 nm 的為害率為 36、32、32 及 38%次之，而 460、520 nm、MixW 和 MixY 的為害率為 10、6、16 與 18% 顯著較低 (圖 4C)，套袋處理的為害率 0% 是為害率最低的處理。

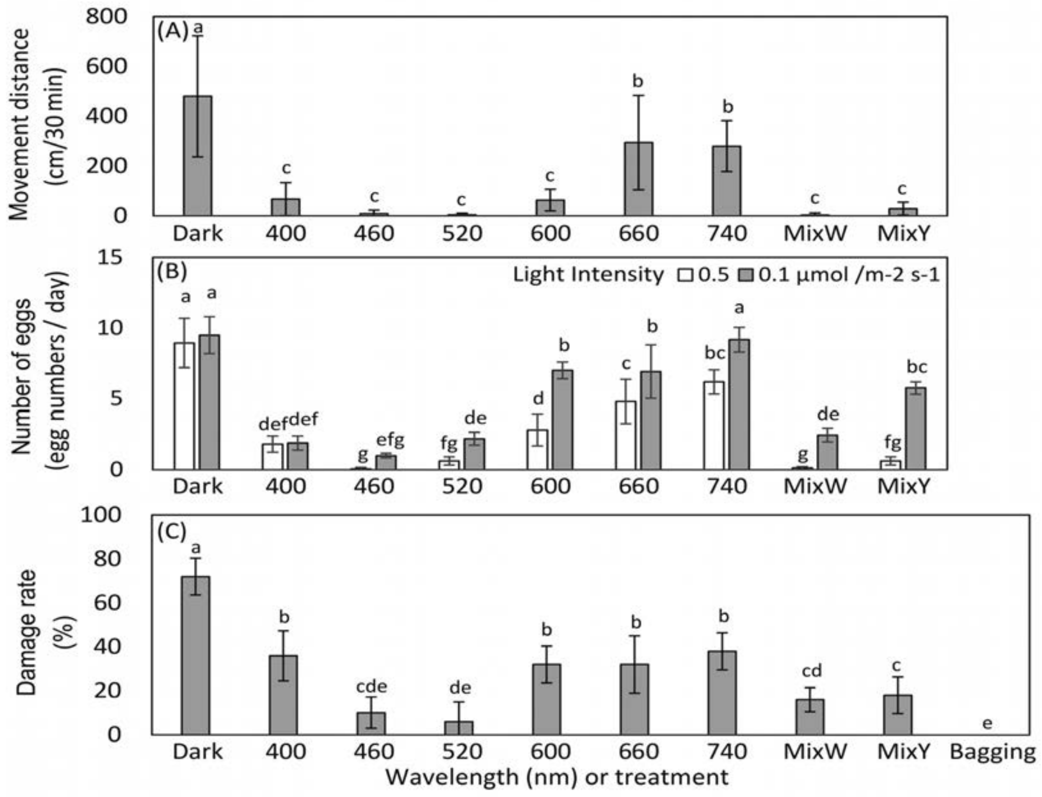


圖 4：荔枝細蛾於不同光波長環境之 (A)活動距離 (n=14) , (B) 產卵量(n=10) 與 (C) 果實蒂頭為害率(n=50)。

Fig. 4. The (A) Movement distance (n=14), (B) Number of eggs (n=10) and (C) Damage rate (n=50) by *C. sinensis* in different spectral environments. Means with the same letter are not significantly different at $P < 0.05$ by Fisher's LSD test. Bars indicate standard errors of the means.

夜間燈照技術於荔枝產區之防治效果與減藥成效

確定460 nm藍光、520 nm綠光與混合白光為防治荔枝細蛾最有效的波長後，進一步擴大於高雄大樹、杉林和屏東里港荔枝產區擴大試驗，以觀察大面積夜間燈照防治的效果。其中，高雄大樹過去為慣行栽培，111年著果後分為施藥、無施藥照射綠燈與無施藥等3種處理；屏東里港於著果後所有處理於採收前施8次農藥；高雄杉林則為全年皆無施用任何化學藥劑。111年於高雄大樹區的田間試驗結果顯示，完全沒有進行藥劑與燈光防治荔枝細蛾的成熟果實為害率為 61%，而果實生長期慣行噴藥的為害率為1%，只進行夜間綠光照射的為害率為 2% (圖5A)。可見夜間燈照的防治效果幾乎等同於藥劑防治，防治效果相當良好。屏東里港試區為慣行施藥荔枝園，果農表示過去10年果實為害率約3成至8成，藥劑防治效果相當不理想，夜間燈照試驗結果顯示夜間燈照藍、綠與白光的為害率介於 0～2% 之間，而無燈照對照組為 36%，燈照確實改善果農多年受荔枝細蛾為害之困擾(圖5B)。而杉林試區於110年6月採收後即無施任何農藥至111年6月，試驗結果顯示，無燈照對照組於採收時因已全數受荔枝細蛾為害，無果可進行調查，而藍、綠與白光的為害率介於 4～10% 之間。為害率較里港、大樹慣行農法較高，主要因為已1年沒有使用任何藥劑，荔枝細蛾的密度偏高，且杉林區沒有矮化樹體，枝葉較茂盛使燈照死角較多，但為害率可低於1成，顯示荔枝無農藥栽培搭配夜間燈照有機會進行大面積經濟生產 (圖5C)。

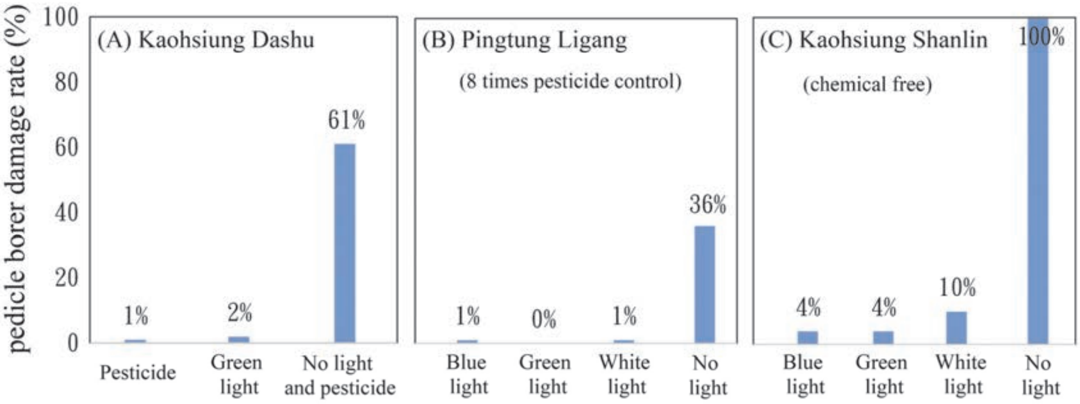


圖5：111年3個荔枝產區的夜間燈照試驗荔枝細蛾為害率。(A)高雄大樹區、(B)屏東里港鄉、(C)高雄杉林區。

Fig. 5. The damage rate of *C. sinensis* in three litchi-producing areas in the night lighting experiment. (A) Kaohsiung Dashu, (B)Pingtung Ligang, (C) Kaohsiung Shanlin.

於農藥檢測的結果顯示，農藥防治的處理有部分農藥殘留，只使用夜間綠光防治的處理因無施用農藥，檢驗結果為農藥零檢出(表1)。雖沒有使用農藥卻有相當低的荔枝細蛾為害率，顯見此防治方式效果良好，可提升消費者食用安全。

表1：111年3個荔枝產區農藥檢驗結果。

Table 1. Results of chemical inspection in three lychee experimantal areas in 2022.

	Kaohsiung Dashu			Pingtung Ligang	Kaohsiung Shanlin
	Pesticide (8 times)	Green light	No light and pesticide	Pesticide (8 times)	Chemical free
Acetamiprid 亞滅培	0.3	ND	ND	ND	ND
Carbaryl 加保利	0.01	ND	ND	ND	ND
Fenthion 芬殺松	0.01	ND	ND	ND	ND
lambda-cyhalothrin 賽洛寧	0.05	ND	ND	0.09	ND

綠光較白光可保持良好荔枝品質

過去夜間燈照防治蟲害的研究較著重於害蟲的影響，較少探討植物生理的影響。過去較無夜間燈照全株果樹的試驗，在此試驗中一同進行探討。於上述試驗已知夜間燈照有良好的荔枝細蛾防治效果，進一步瞭解荔枝果實品質的影響。

在3個產區進行較低光強度的 LED 試驗，高雄大樹區的試驗結果顯示，夜間燈照綠光與使用慣行噴藥的果實重量沒有顯著性差異 (圖6A)。屏東里港鄉的試驗結果顯示，夜間燈照藍光、綠光與白光的果實重量於處理間沒有達到顯著性差異，而沒有燈照的果實重量顯著較輕應是受到荔枝細蛾為害所造成 (圖6B)。高雄杉林的試驗結果顯示，夜間燈照綠光的果實重量顯著較藍光與白光較重 (圖6C)。

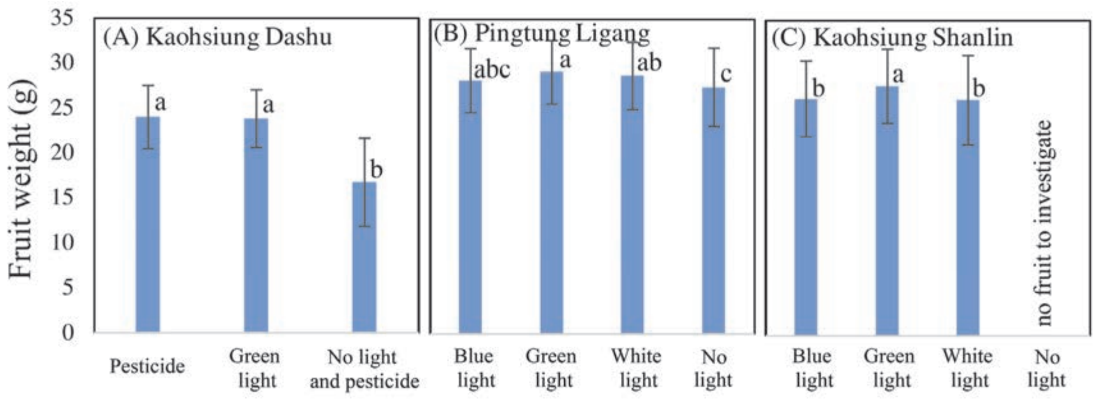


圖6：111年3個荔枝產區的夜間燈照試驗果實重量。(A)高雄大樹區、(B)屏東里港鄉、(C)高雄杉林區。

Fig. 6. The fruit weight of *C. sinensis* in three litchi-producing areas in the night lighting experiment. (A) Kaohsiung Dashu, (B)Pingtung Ligang, (C) Kaohsiung Shanlin. Means with the same letter are not significantly different at $P < 0.05$ by Fisher's LSD test. Bars indicate standard errors of the means.

糖酸比為果實口感與品質相當重要的指標，以可溶性固形物與可滴定酸的比值來呈現。試驗結果顯示，高雄杉林區夜間燈照綠光的果實糖酸比顯著高於藍光與白光 (圖7C)。高雄大樹區與屏東里港區亦以夜間燈照綠光呈現較高的糖酸比 (圖7A、B)。綜合以上試驗結果，綠光不但有良好的荔枝細蛾防治效果，亦可保持良好的果實品質，為夜間燈照運用於荔枝產業的良好選擇。

進一步就過去研究探討為什麼夜間持續照光，會造成果實品質的影響。有的植物對於夜間持續光照較敏感，葉片有退綠症或壞死現象。花生(*Arachis hypogaea*

L.) 24小時燈照的氣孔導度較12小時燈照小，淨光合作用速率與產量也較少[19]。於番茄持續光照的研究顯示，夜間黑暗的對照組葉片損傷程度(Chlorotic area) 為11.9%，藍光、白光與紅光卻高達88%、83%與37.9%，顯示短波長的藍光處理會較長波長的紅光處理葉片的損傷較嚴重[18]。荔枝若和上述的花生和番茄一樣對持續光照敏感，可能因為氣孔導度較小、葉片產生氧化逆境及退綠症(Chlorosis)，間接影響光合產物累積及運輸。本試驗結果與上述研究有相似處，夜間持續燈照藍光或白光似乎有造成荔枝果實重量下降的現象，至於造成此現象的主要生理原因將在未來進一步研究確認。

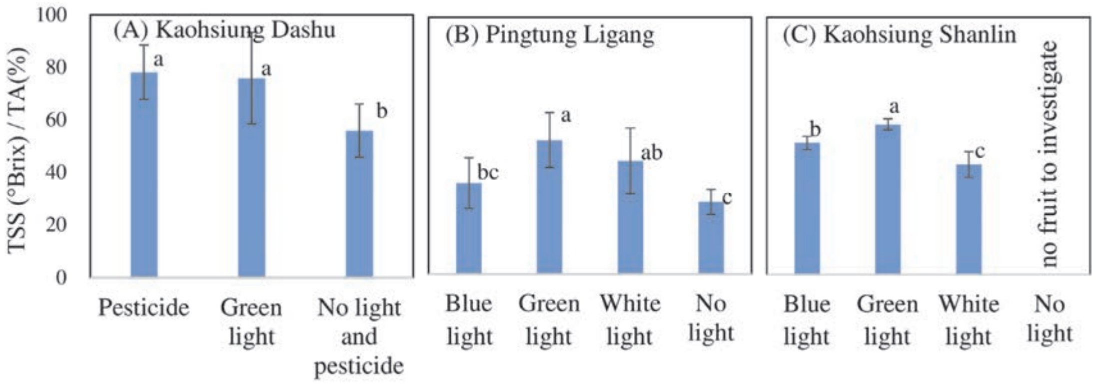


圖7：2022年夜間燈照試驗荔枝果實可溶性固形物與可滴定酸比值。(A)高雄大樹區、(B)屏東里港鄉、(C)高雄杉林區。

Fig. 7. The total soluble solid and titratable acid ratio of litchi fruit in the night lighting experiment. (A) Kaohsiung Dashu, (B)Pingtung Ligang, (C) Kaohsiung Shanlin. Means with the same letter are not significantly different at *P* < 0.05 by Fisher's LSD test. Bars indicate standard errors of the means.

荔枝細蛾防治技術綜合比較

目前荔枝產業主要減少荔枝細蛾密度的方式為殺蟲劑防治[12,34]。長年使用少數種類藥劑防治易產生抗藥性，例如高雄產區多年來常使用第滅寧(Deltamethrin 2.8% EC) 進行防治，藥效試驗結果顯示，著果後噴四次藥後七天的果實為害率，第滅寧為 59.38%，亞滅培為 1.25%，第滅寧於荔枝產地的防治效果較其它種農藥差[8]。應多種不同作用機制的藥劑輪替使用，並整合不同的防治方式，以達到良好的防治效果並減少抗藥性發生。研究單位多年來持續進行荔枝細蛾的防治方法研究，包括性費洛蒙誘引[27]、套袋[25]、全株套網、網室、自動微霧噴藥及夜間燈照等技術開發(圖 8)，在此進行綜合比較(表 2)。

表 2：荔枝細蛾防治技術綜合比較

Table 2. Comprehensive comparison of litchi borer protection technology.

防治方式	技術介紹與防治效果	優點	缺點
化學農藥防治(現行防治荔枝細蛾核准藥劑見表 3)	於著果後每 7~10 天噴施 1 次，目前為農民主要防治方式，果實生長期全園施用效果佳	1. 防治效果快	1. 對生物與環境為害較大 2. 有殘留量超標與害蟲產生抗藥性風險
性費洛蒙誘引	性費洛蒙可誘引到荔枝細蛾，但誘引蟲口數較低，目前此技術主要用於族群密度監測使用	1. 專一性高 2. 友善環境	1. 尚無法做為防治使用
套袋	著果後每穗果實以紙袋或 24 目塑膠網袋套袋，可防止蛾類、果實蠅為害，防治效果佳	1. 防治效果佳 2. 果皮鮮紅美觀 3. 低農藥殘留，可達農藥零檢出	1. 套袋過程耗費大量人力成本 2. 大多需爬梯作業，著果量少時較不符成本
全株套網	著果後全園進行藥劑防治 2~3 次後，快速進行全株套網，採收時才打開	1. 較逐穗套袋方式省工。 2. 可同時防止荔枝細蛾和果實蠅	1. 如果網內植株死角或落果內有少量荔枝細蛾，至採收期則常會全株為害
網室	著果後全園進行藥劑防治後即覆網，覆網至採收前仍可在網內進行多次藥劑防治，採收後即可掀網收起來，不會有颱風損害，妥善操作可使用 10 年以上	1. 不會有鄰田蟲害入侵風險 2. 控制網內低密度害蟲，可減少用藥次數 3. 可提前停藥，減少農藥殘留	1. 網室成本較高，不易大面積推廣 2. 較平整農地較適合網室操作
自動微霧噴藥	於網室內或露天設置微霧噴藥系統，於荔枝細蛾活動力最強盛的夜間進行噴藥，以增加防治效率	1. 只需配藥與設置定時器，節省人力成本	1. 噴藥管路需充分過濾以避免噴頭阻塞 2. 有時有噴藥死角
夜間燈照防治	利用荔枝細蛾避光特性，物理性的防治荔枝細蛾。於不適合施藥的開花期或著果初期即可開始夜間燈照防治。提早降低蟲害密度，	1. 防治效果良好 2. 設置簡單、成本不高 3. 可提早停藥，降低農藥殘留 4. 友善環境，提升食用安全	1. 於田間設置電線需注意用電安全

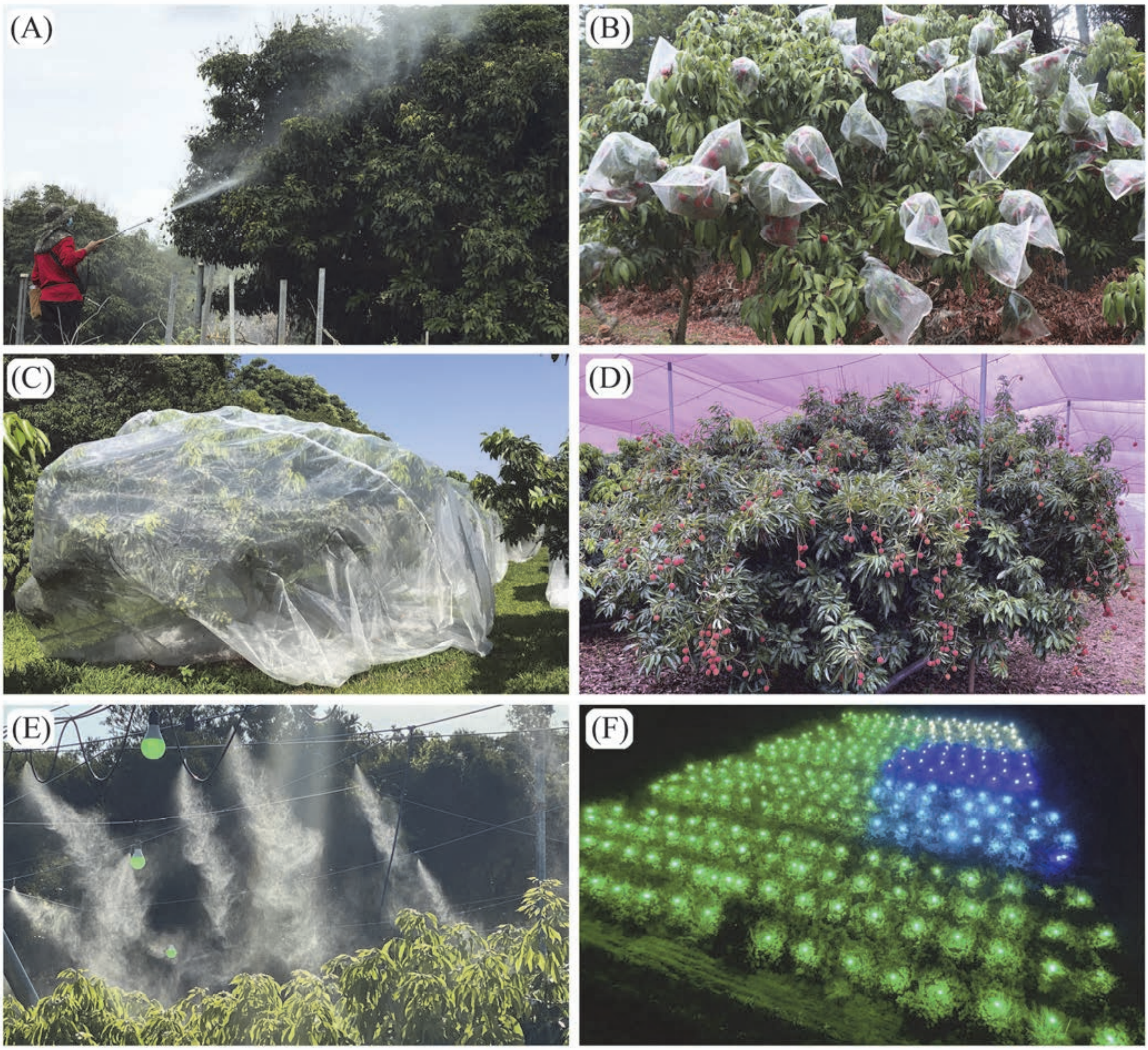


圖8：荔枝細蛾防治方式。(A)藥劑防治、(B)套袋防治、(C)整株套網防治、(D)網室栽培防治、(E)自動微霧噴藥防治、(F)夜間燈照防治。

Fig. 8.The management method of litchi borer. (A)pesticide management, (B)bagging management, (C)whole plant net cover management, (D)net house management, (E) automatic micro-mist spraying management, (F) lighting at night management.

表 3：現行防治荔枝細蛾核准藥劑 (此為 112/6/27 資訊，最新用藥資訊依防檢局公告為準)

Table 3. Current recommended pesticides for the control of litchi borer

Pesticide name 農藥名稱	Safe harvest period (days) 安全採收期 (天)	Mode of action 作用機制	Content and dosage form 含量與劑型	Dilution factor 稀釋倍數
carbaryl 加保利	15	systematic 系統性 1A	39.5%、40% SC 水懸劑	400
			44.1% SC 水懸劑	450
			50% WP 可溼性粉劑	500
			85% WP 可溼性粉劑	850
fenthion 芬殺松	10	contact 接觸性 1B	50% EC 乳劑、EW 水基乳劑	1,000
fenitrothion 撲滅松	10	contact 接觸性 1B	20% EC 乳劑	400
			40% WP 可溼性粉劑	800
			50% EC 乳劑	1,000
deltamethrin 第滅寧	9	contact 接觸性 3A	2.4% SC 水懸劑	1,500
			2.8% EC 乳劑、EW 水基乳劑	1,500
lambda-cyhalothrin + phosmet 益洛寧 (益滅松、賽洛寧)	25	contact 接觸性 1B,3A	42% WP 可溼性粉劑	1,500
acetamiprid 亞滅培	7	systematic 系統性 4A	20% SP 水溶性粉劑	4,000
lambda-cyhalothrin 賽洛寧	6	contact 接觸性 3A	2.46% CS 膠囊懸著劑 (110 年 3 月 31 日公告緊急防治藥劑)	2,000

資料來源：植物保護資訊系統 https://otserv2.tactri.gov.tw/ppm/

結論與展望

荔枝細蛾多年來造成荔枝產量嚴重影響，使用綠光進行夜間燈照，不但有良好的防治效果，亦較白光可保持良好的果實大小與甜度品質，至於架設成本，1分地的燈泡、電線、配電箱、支架、安裝工資等成本約需2萬元，1個月1分地的電費約400元，相當節能。使用此防治方式若以減少1成損失計算，當年即可回收投入成本。表示夜間綠光燈照為簡易可行又高效的防治方式。可提升農民、消費者安全，增加內外銷農藥殘留合格率，有助於創造品牌價值與友善環境目標，為具有發展潛力的創新技術。

謝　辭

感謝行政院農業委員會與動植物防疫檢疫局支持研究經費(110AS-5.4.6-PI-P4) ，研究過程承蒙國立台灣大學昆蟲學系許如君教授、國立彰化師範大學生物學系林宗岐教授、國立嘉義大學植物醫學系林彥伯助理教授、國立中山大學生物科學系顏聖紘副教授與高雄區農業改良場王泰權助理研究員共同提供寶貴意見，農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所熱帶果樹系徐智政助理研究員、賴秋炫小姐、胡鐸騰先生、馬秀燕小姐、丁漢彥先生與黃躍宗先生協助本研究進行，一併致上無限謝忱。

引用文獻

1. B”ockmann, E., Pfaff, A., Schirrmann, M., Pflanz, M., 2021. Rapid and low-cost insect detection for analysing species trapped on yellow sticky traps. Sci. Rep. 11, 10419.
2. Chen, H.B., Huang, H.B., 2005. Low temperature requirements for floral induction in lychee. Acta Hortic. 665, 195-202.
3. Chen, M.Y., Jeng W.S., Chen, C.J. Chen T.J., Tseng, M.N., Evaluation of the control effect of acetamiprid on litchi fruit borer (*Conopomorpha sinensis* Bradley) in the field. J. Plant Med. 64: 79-84
4. Dong, Y., Xu, S., Chen, B., Yao, Q., Chen, G., 2015. Determination of larval instars and developmental duration of each stage at different temperatures of the litchi fruit borer, *Conopomorpha sinensis* (Lepidoptera: Gracillariidae).
5. Dorais, M., Yelle, S., Gosselin, A., 1996. Influence of extended photoperiod on photosynthate partitioning and export in tomato and pepper plants. N. Z. J. Crop Hortic. Sci. 24, 29-37.
6. Fang, H.H., Lee, W.L., Chiu, K.T., Ma, H.Y., Yang, S.H. Hung, C.Y., Chen, H.L., Tung, C.W. Tsai, Y.C. 2013. Irradiation with green light at night has great effects on the management of *Conopomorpha sinensis* and maintains favorable litchi fruit quality. Sci. Hortic. 312, 111830.
7. Hironaka, M., Kamura, T., Osada, M., Sasaki, R., Shinoda, K., Hariyama, T., Miyatake, T., 2017. Adults of *Lasioderma serricorne* and *Stegobium paniceum* (Anobiidae: Coleoptera) are attracted to ultraviolet (UV) over blue light LEDs. J. Econ. Entomol. 110, 1911-1915.
8. Hort Innovation, 2020. The Australian Horticulture Statistics Handbook 2018/2019, Horticulture Innovation Australia Limited. Hort Innovation, Sydney, Australia.
9. Hung, C.C, and J.S. Hwang and H.Y. Wang.2006. Survey of Lepidopterous pests of litchi and longan in Taiwan. Formosan Entomol. 26:27-44.
10. Hung, S.C., Ho, K.Y., Chen, C.C., 2008. Investigation of fruit damages of litchi caused by *Conopomorpha sinensis* Bradley and *Bactrocera dorsalis* (Hendel) in Chiayi. J. Taiwan Agric. Res. 57, 143-152.
11. Jahiel, M., Andreas, C., Penot, E., 2014. Experience from fifteen years of Malagasy lychee export campaigns. Fruits 69, 1-18.
12. Kim, K.N., Yun, C.N., Sin, U.C., Huang, Z.J., Huang, Q.Y., Lei, C.L., 2018. Green light and light stress in moth: influence on antioxidant enzymes in the oriental armyworm, *Mythimna separata* (Lepidoptera: Noctuidae). Environ. Sci. Pollut. Res. 25, 35176-35183.

13. Komatsu, M., Kurihara, K., Saito, S., Domae, M., Masuya, N., Shimura, Y., Kajiyama, S., Kanda, Y., Sugizaki, K., Ebina, K., Ikeda, O., Moriwaki, Y., Atsumi, N., Abe, K., Maruyama, T., Watanabe, S., Nishino, H., 2020. Management of flying insects on expressways through an academic-industrial collaboration: evaluation of the effect of light wavelengths and meteorological factors on insect attraction. Zool. Lett. 6, 15.
14. Meng, X., Hu, J., Li, Y., Dai, J., Guo, M., Ouyang, G., 2018. The preference choices of *Conopomorpha sinensis* Bradley (Lepidoptera: Gracilariidae) for litchi based on its host surface characteristics and volatiles. Sci. Rep. 8, 2013.
15. Mitra, S.K., Pathak, P.K., 2010. Litchi production in the Asia-pacific region. Acta Hortic. 863, 29-36.
16. Owens, A.C.S., Meyer-Rochow, V.B., Yang, E.C., 2018. Short- and mid-wavelength artificial light influences the flash signals of *Aquatica ficta* fireflies (Coleoptera: Lampyridae). PLoS One 13, e0191576.
17. Pan, H., Liang, G., Lu, Y., 2021. Response of different insect groups to various wavelengths of light under field conditions. Insects 12, 427.
18. Pham, M.D., Hwang, H., Park, S.W., Cui, M., Lee, H., Chun, C., 2019. Leaf chlorosis, epinasty, carbohydrate contents and growth of tomato show different responses to the red/blue wavelength ratio under continuous light. Plant Physiol. Biochem. 141, 477-486.
19. Rowell, T., Mortley, D.G., Loretan, P.A., Bonsi, C.K., Hill, W.A., 1999. Continuous daily light period and temperature influence peanut yield in nutrient film technique. Crop Sci. 39, 1111-1114.
20. Shi, L., He, H., Yang, G., Huang, H., Vasseur, L., You, M., 2021. Are yellow sticky cards and light traps effective on tea green leafhoppers and their predators in Chinese Tea plantations? Insects 12, 14.
21. Shibuya, K., Onodera, S., Hori, M., 2018. Toxic wavelength of blue light changes as insects grow. PLoS One 13, e0199266.
22. Shimoda, M., Honda, K.I., 2013. Insect reactions to light and its applications to pest management. Appl. Entomol. Zool. 48, 413-421.
23. Stukenberg, N., Gebauer, K., Poehling, H.M., 2015. Light emitting diode (LED)-based trapping of the greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*). J. Appl. Entomol. 139, 268-279.
24. Teng, Y. S., and H. H. Fang. 2012. The practical cultural model of lychee for adaptation to the climate change. p.39–44. *in*: Proceedings of the Symposium on Litchi-Inductry Development in Taiwan. April 17, 2012. Taichung, Taiwan. Taiwan Agric. Res. Inst. Taichung. (in Chinese).

25. Wang, T.C., Chang, J.W., Chang, J.Y., 2019. Assessment of bagging protection at different timings and mesh sizes for controlling litchi fruit borer (*Conopomorpha sinensis* Bradley) on Litchi 'Tainung No. 1'. J. Agric. Res. 68, 40-46. (in Chinese)
26. Wei, W., Luo, Z.N., Fan, T.B., Liu, T.Z., 2005. Study on systemic surveillance of *Conopomorpha sinensis*. China Plant Prot. 25, 24-26.
27. Yao, Q., Xu, S., Dong, Y., Que, Y., Quan, L., Chen, B., 2018. Characterization of vitellogenin and vitellogenin receptor of *Conopomorpha sinensis* bradley and their responses to sublethal concentrations of insecticide. Front. Physiol. 9, 1250.
28. Zhao, L., Wang, K., Wang, K., Zhu, J., Hu, Z., 2020. Nutrient components, health benefits, and safety of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.): a review. Compr. Rev. Food Sci. Food Saf. 19, 2139–2163. Zhiping, L., 2014. Preliminary study on the trapping effect of sex pheromone in *Conopomorpha sinensis* Bradley. Beijing Agric. 12, 11-12.

ABSTRACT

Special Spectrum Lighting at Night to Control Litchi Borer (*Conopomorpha sinensis*) and Maintain Good Quality of Litchi (*Litchi chinenis*)

Fang, H. H.[1], Lee, W. L.[1], Chiou, K. D.[1], Tung, C. W.[2] and Tsai, Y. C.[2]

1. Department of Tropical Fruit Trees, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Branch, TARI, Kaohsiung, Taiwan, R.O.C.
2. Department of Agronomy, College of Bioresources and Agriculture, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

Litchi borer (*Conopomorpha sinensis* Bradley) is the most important pests in the litchi (*Litchi chinensis*) industry. In the past, the litchi industry mainly used chemicals to control insects. Litchi borer usually hide in the shade under the trunk, and their activity is extremely low in a bright environment. They are mating and spawning at night, and in a static state in the day times. After screening a variety of spectral conditions, it was found that green light can effectively inhibit the activity of litchi borer, reduce spawn and fruit damage rate, and does not affect fruit quality. The experiment results show that the green light at night have a good protective effect on litchi in Dashu, Xiongshi and Ligang experiment orchard. This technology has great potential for industrial promotion and development, which can reduce pesticides usage and friendly to the environment.

Key words: Litchi borer, LED, Pesticide reduction, IPM

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所成果發表研討會專刊 = Proceedings of the symposium on rsearch results of FTHES, TARI/謝鴻業, 邱國棟, 李文立主編. -- 初版. -- 臺中市 : 農業部農業試驗所, 民 113.01

90 面 ;29.7*21 公分.(農業試驗所特刊 ; 第 241 號)

ISBN 978-626-7368-90-9(平裝)

1.CST: 果樹類 2.CST: 蔬菜 3.CST: 栽培 4.CST: 植物病蟲害

435.3 112022336

編　　號：農業試驗所 2024 年 01 號

書　　名：農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所成果發表研討會專刊

發 行 人：林學詩

主　　編：謝鴻業 邱國棟 李文立

出版機關：農業部農業試驗所

地　　址：台中市霧峰區萬豐村舊正里中正路 189 號

網　　址：https://www.tari.gov.tw

電　　話：(04)23302301

出版年月：113 年 1 月

版　　次：初版

定　　價：200 元

設計承印：昕運國際有限公司

地　　址：高雄市鳳山區中山西路 219 號

展售門市：1.國家書店／104 台北市松江路 209 號 1 樓(02)25180207

國家網路書店 http://www.govbooks.com.tw

2.五南文化廣場／400 臺中市中山路 6 號 (04)22660330

ISBN：978-626-7368-90-9（平裝）

GPN：1011300036

版權所有、轉載須經本所同意